Atena Editora
Ano 2021



A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)



Atena Editora
Ano 2021

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA

Eleonora Celli Carioca Arenare
(Organizadora)

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes Editoriais
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto Gráfico e Diagramação
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da Capa
Shutterstock
Edição de Arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os Autores

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
Ano 2021

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
Ano 2021

A geração de novos conhecimentos na química

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Eleonora Celli Carioca Arenare

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 A geração de novos conhecimentos na química / Organizadora Eleonora Celli Carioca Arenare. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-171-5
DOI 10.22533/at.ed.715211806

1. Química. I. Arenare, Eleonora Celli Carioca (Organizadora). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena Editora
Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
Ano 2021

APRESENTAÇÃO

A proposta implícita nessa coletânea fundamenta-se numa valorização eclética da pluralidade e diversidade, que reúne pesquisas que envolvem diversas linhas de abordagem, destacando-se por meio de tendências de estudos envolvendo a Ciência "Química". Tendo como propósito principal disseminar e divulgar no meio acadêmico, envolvido com tal Ciência, informações provenientes de estudos e pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica contemporânea.

O e-book "A Geração de Novos Conhecimentos na Química", está dividido em dois volumes, totalizando 46 artigos científicos, destacando-se temáticas pesquisadas e discutidas por estudantes, professores e pesquisadores. Os quais evidenciam, artigos teóricos e pesquisas de campo, abrangendo a linha de Ensino e diversas outras linhas de estudo, que se desenvolveram por meio de pesquisas laboratoriais.

O volume I aborda tendências, envolvidos com a área de Ensino de Química, os quais dão ênfase as seguintes abordagens: Ensino Remoto, Experimentação, Concepções Pedagógicas, Bioinformática, Contextualização, Jogos Lúdicos, Redes Sociais, Epistemologia, Formação de Professores, Habilidades e Competências e Metodologias utilizadas no processo de Ensino e Aprendizagem.

O volume II aborda temáticas de cunho experimental, desenvolvidas e comprovadas por meio das análises desenvolvidas em diferentes universidades brasileiras, dando ênfase à: Química Inorgânica, Eletroquímica, Química Orgânica, Química dos Alimentos, Quimiometria, Química Analítica, Química Biológica, Nanoquímica e Processos Corrosivos.

A coletânea é indicada para àqueles (estudantes, professores e pesquisadores) envolvidos com a Ciência "Química", que anseiam por intermédio de informações atualizadas, apropriarem-se de novas informações, correlacionadas a pesquisas acadêmicas, tendo desta forma, novas bases de estudo e investigação para a aquisição e construção de novos conhecimentos.

Excelente leitura!

Eleonora Celli Carioca Arenare

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

A IMPORTÂNCIA DO TRABALHO EXPERIMENTAL NO PROCESSO ENSINO- APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Data de aceite: 01/06/2021
Data da submissão: 05/03/2021

Teresa de Jesus Manuel
Colégio Pedro II, campus Engenho Novo II - Departamento de Química
Rio de Janeiro – RJ
http://lattes.cnpq.br/6929436278519360

Claudia Celeste Frutuoso
Universidade Estácio de Sá, campus Presidente Vargas
Rio de Janeiro – RJ
http://lattes.cnpq.br/4936331720794653

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo relatar a importância das atividades experimentais como ferramenta facilitadora do processo ensino-aprendizagem do aluno da Educação de Jovens e Adultos – EJA. O projeto experimental desenvolvido em sala de aula abarcou alunos da 3ª série do curso Técnico em Administração do ProEJA, no campus Engenho Novo II, do Colégio Pedro II. Para a realização do trabalho a turma foi dividida em grupos, receberam as atividades que seguiam um roteiro, em etapas. Após a aula em que o conteúdo fora apresentado, os alunos receberam os respectivos roteiros, os analisaram, fizeram anotações e iniciaram a parte experimental do trabalho no laboratório. A experimentação permitiu observar que a dificuldade que os alunos apresentavam em compreender os conteúdos programáticos da disciplina em aulas apenas expositivas pôde ser vencida, uma vez que essas atividades relacionavam conceitos teóricos com a prática. O projeto ao ser avaliado evidenciou o quanto cada um deles se sentiu motivado a experimentar o que haviam visto em sala. A sensação de se tornar um agente do próprio conhecimento foi destacada por cada um em seu relato sobre o manuseio dos materiais. Tal avaliação revela que o processo ensino-aprendizado de química é possível, que o trabalho experimental promove a inclusão do alunado do EJA, aumenta sua estima e é extremamente desafiador, porque o faz questionar, e gratificante, porque o faz sentir executor desse processo e senhor de seu aprendizado. Ressaltamos, a partir desse projeto, a relevância da inclusão do trabalho experimental no ensino de Química, para o alunado da EJA, não só como uma ferramenta que auxilia na compreensão do conhecimento, mas principalmente o despertar para o pensamento científico.
PALAVRAS - CHAVE: Atividades Experimentais; Educação de Jovens e Adultos; Ensino de Química; Processo Ensino-Aprendizagem.

THE IMPORTANCE OF EXPERIMENTAL ACTIVITIES ON THE TEACHING-LEARNING PROCESS IN YOUTH AND ADULT EDUCATION

ABSTRACT: The purpose of this paper is to report the importance of experimental activities as facilitating tools to the teaching-learning process of students in Youth and Adult Education. The experimental project was developed among third grade students of the Curso Técnico em Administração do ProEJA, on the Engenho Novo

II campus, from Colégio Pedro II. To perform the activity, the class was split up into groups and followed a script divided in phases. After each expository class, in which the subject matter was presented to the students, they were handed the respective scripts, analyzed them, took notes, and started the experimental phase of the activity in the laboratory. Through experimentation, it was observed that the learning difficulties often faced by students during expository classes were overcome once theory was related to practice. The activity's results showed evidence of how much students felt motivated to experiment with what they had studied in class. The sense of becoming an active agent in their education was highlighted in their lab reports. This indicates that the process of teaching-learning Chemistry can be highly enhanced through experimental activities, which also promote the inclusion of students in Youth and Adult Education, and improve their self-esteem in an extremely challenging way, urging them to reflect upon the subject at hand. It is also satisfying, as it provides a sense of agency and ownership over one's learning process. This paper emphasizes the importance of including experimental activities in the teaching of Chemistry for students in Youth and Adult Education, not only as learning tools but also as a means of stimulating scientific thinking.
KEYWORDS: Experimental Activities; Youth and Adult Education; Education in Chemistry; Teaching-Learning Process.

1 | INTRODUÇÃO

A crescente procura por uma educação profissionalizante por parte de pessoas que não concluíram seus estudos nas séries regulares, adequadas à faixa etária, trouxe a necessidade de um estudo buscando averiguar a eficácia dos diversos programas oferecidos pelo governo, no que se refere a uma Educação Inclusiva de Jovens e Adultos.

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é reconhecida na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB 9.394/96, cujo artigo 37, na Seção V, afirma: "A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria" (BRASIL, 2014, p. 27).

Desde a aprovação da LDB, a educação vem se destacando no cenário das políticas públicas na busca de alternativas de reformas do sistema educacional, visando minimizar a crise do mesmo.

O Conselho Nacional de Educação (CNE), através da Câmara de Educação Básica (CEB), aprova em 10 de maio de 2000 o Parecer CNE/CEB nº 11/2000. Norteada por esse parecer, é publicada a Resolução CEB/CNE 01, de 01 de julho de 2000, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos.

Sartori (2011) destaca que,

> "O parecer, regulamentador e normatizador da EJA nos dias atuais, instituiu três funções para essa modalidade de ensino: função reparadora, equalizadora e qualificadora. A função reparadora remete, como o próprio nome já diz, a reparar o direito do conhecimento negado a esses sujeitos, principalmente referente à alfabetização. Refere-se à igualdade de direitos de acesso a uma escola de qualidade. A negação desse direito resulta em

> consequências materiais, simbólicas e em diferentes formas de estratificação social. [...] A EJA precisa garantir não só o direito desses indivíduos de estarem na escola, mas também necessita ser pensada como um modelo pedagógico próprio, que vá ao encontro das necessidades de aprendizagem desses sujeitos" (SARTORI, 2011).

A maioria do alunado, que faz parte da Educação de Jovens e Adultos, teve seu direito à educação rompido por questões socioeconômicas, familiares e educacionais, ficando, assim, excluída, por muitos anos, do processo educativo.

Segundo BESSA e FERMIANO (2019), o aluno da EJA, para compreender melhor um conteúdo, necessita atribuir-lhe um sentido e construir significados para tal. A aprendizagem tornar-se-á significativa a partir da possibilidade de se estabelecer relações e de se aproveitar conhecimentos prévios que facilitarão a sua compreensão.

Conforme Carvalho et al (1999, apud Wilsek; Tosin, 2008),

> "em uma proposta que utilize a experimentação [...], o aluno deixa de ser apenas um observador das aulas, muitas vezes, expositivas, passando a exercer grande influência sobre ela: argumentando, pensando, agindo, interferindo, questionando, fazendo parte da construção de seu conhecimento,[...] Carvalho et al (1999, apud Wilsek; Tosin, 2008.)"

sendo o questionamento agente imprescindível no processo ensino-aprendizagem.

Consoante Medeiros (2013), a parte teórica é imprescindível para explicar fatos observáveis, porém, quando a atividade experimental está presente, o ensino torna-se mais interessante, especialmente no ensino de química, por ser uma ciência experimental.

BUENO et al. (2008, p.2) ressalta que, não havendo uma articulação entre a teoria e a prática, os conteúdos não serão relevantes para a formação do indivíduo, ou contribuirão muito pouco para o seu desenvolvimento cognitivo.

De acordo com Guimarães (2009), no ensino de ciências, a atividade experimental pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.

A experimentação no ensino de química para os alunos da Educação de Jovens e Adultos é de extrema importância no processo ensino-aprendizagem, posto que os ajuda na compreensão dos conteúdos, quando estes, após serem conceituados em sala de aula, são trabalhados em laboratórios. O fato de eles conseguirem manipular reagentes e materiais numa atividade experimental os deixa motivados, faz com que consigam com mais facilidade observar e, posteriormente, discutir os resultados com outros alunos, e, principalmente, faz com que se sintam inseridos no processo de construção do conhecimento.

Em consonância com Mello (2007), se o professor dessa modalidade desejar obter resultados positivos, será necessário que ele aplique tudo o que sabe sobre o processo ensino-aprendizagem. Caso contrário, não conseguirá atingir o principal objetivo do programa: a inclusão.

2 I METODOLOGIA

O projeto foi realizado envolvendo o corpo discente, com alunos da 3ªsérie do curso Técnico em Administração do ProEJA, no ano de 2019, no campus Engenho Novo do Colégio Pedro II, localizado no município do Rio de Janeiro -RJ.

Esse projeto foi dividido em duas etapas, sendo a primeira na sala de aula, onde os conteúdos programáticos foram contextualizados; a segunda, no laboratório de química, onde os alunos realizaram atividades experimentais vinculadas ao conteúdo trabalhado em sala de aula.

A turma continha doze alunos distribuídos em quatro grupos, que, no decorrer do ano letivo, realizaram quatro atividades experimentais, duas por semestre, sendo abordados os seguintes assuntos: 1º. Átomos e íons; 2º. Compostos iônicos e moleculares; 3º. Soluções e potencial hidrogeniônico(pH); 4º. Reações químicas.

Importante salientar que, no planejamento de cada atividade experimental desse projeto, levou-se em consideração a construção de roteiros com transformações rápidas e perceptíveis que possibilitassem aos alunos o reconhecimento e a apreensão dos conceitos estudados.

Durante a realização das atividades, os alunos foram incentivados a discutir sobre os fenômenos que observavam, de maneira crítica, de modo a desenvolverem, assim, o pensamento científico.

Posteriormente produziram um relatório sobre cada atividade realizada, no qual apresentaram suas observações sobre os fenômenos ocorridos e a relação com os conteúdos teóricos aprendidos em sala de aula. Em suas conclusões, exaltaram a importância da atividade experimental, não só como uma atividade que favoreceu a aprendizagem, mas também despertou-lhes a curiosidade científica.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar da dificuldade que alguns alunos apresentaram no início do projeto para se adaptarem ao uso dos materiais no laboratório, ficou evidente que a compreensão (por parte do alunado) dos conteúdos programáticos apresentados em sala tornou-se mais fácil quando os mesmos também foram trabalhados em laboratório.

De acordo com De Cássia Suart e Marcondes (2009), se os alunos puderem participar das etapas de uma investigação científica, possivelmente eles conseguirão elaborar hipóteses, tornando a aprendizagem mais significativa, favorecendo o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

Ao realizarem as atividades experimentais, os alunos perceberam que os conteúdos teóricos abordados em sala de aula não são fatos isolados, pois estão presentes em suas vidas, no cotidiano de cada um, facilitando, dessa forma, a aprendizagem.

Segundo Ortiz (2002, apud Lima, Paula e Messeder, 2017), “o aluno da EJA quer ver

a aplicação imediata do que está aprendendo. Ao mesmo tempo, precisa ser estimulado a desenvolver uma autoestima positiva, pois a ignorância traz angústia e complexo de inferioridade".

Lima, Paula e Messeder (2017, p. 82) destacam que: "A contextualização é o fator essencial e mais importante para concretização da aprendizagem, e somente assim, este aluno poderá observar aplicações do que foi aprendido e com fatos do seu dia a dia".

Ao término do ano letivo, pôde ser comprovado que as atividades experimentais tiveram um caráter motivador para os alunos, despertando grande interesse nas aulas, contribuindo para o processo de construção do conhecimento, proporcionando, assim, a inserção deles na educação científica.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que a inclusão de atividades experimentais na disciplina de química, no currículo da EJA, é de extrema relevância para auxiliar os alunos na compreensão da disciplina, ocorrendo uma melhor aprendizagem, uma vez que se conciliam as aulas teóricas com a prática.

Quando o trabalho envolve alunos da EJA, o docente precisa ter um olhar diferenciado, pois será necessário fazer com que eles se sintam estimulados a participar das atividades experimentais. Isso promoverá uma melhor compreensão sobre o tema trabalhado e possibilitará que os mesmos se reconheçam como parte integrante no processo ensino-aprendizado.

Conforme Bonenberger et al. (2006), os estudantes da EJA apresentam muita dificuldade de aprendizado e, consequentemente, frustrações, por se acharem incapazes de aprender química, sendo a experimentação descrita um estímulo à aprendizagem da disciplina. As atividades experimentais se tornaram uma ferramenta facilitadora na compreensão dos conteúdos trabalhados.

A avaliação do projeto por parte dos alunos foi muito positiva. Afirmaram ser o projeto o que fez com que percebessem a necessidade de algo diferente, de algo que os incentivassem a continuar seus estudos, e o uso do laboratório trouxe essa motivação.

Muito tem se discutido e apresentado sobre o processo Ensino-aprendizagem na área de Química. De acordo com De Cássia Suart, Marcondes (2009, p. 51) é necessário que as atividades experimentais ocorram de modo a contribuir para que os alunos reflitam sobre um problema, consigam apresentar argumentos e proponham soluções.

Segundo Galiazzi (2004, apud Anjos, et al, 2020),

> "as atividades experimentais são importantes e devem ser utilizadas em sala de aula, desde que favoreçam a aprendizagem não só das teorias, mas também de como se constrói o conhecimento científico, por meio de discussões que abram espaço para questionamentos e argumentos,

possibilitando a problematização de teorias empíricas.” Galiazzi (2004, apud Anjos, et al, 2020, p.57)

Ao se inserir uma estratégia pedagógica diferenciada às práticas comuns, é fundamental considerar o desafio de correlacionar as metodologias tradicionais às novas concepções de construir conhecimento.

Cabe ressaltar que, para o êxito desse trabalho, torna-se necessário que o docente esteja atento a todo o processo, o que exige dele uma nova e diferenciada conduta, para que possa compreender e vivenciar o sentido e o significado da Educação de Jovens e Adultos.

REFERÊNCIAS

ANJOS, Marciana Lopes dos. Et al. **Aula experimental no ensino-aprendizagem da Química: O que pensam os professores?** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 10, Vol. 18, pp. 45-60. Outubro de 2020.

BESSA, Sonia, FERMIANO, Maria Belintane (Organizadoras). **Educação Econômica e para o Consumo: Novas Significações e Perspectivas**. 1ª edição.Curitiba: Appris, 2019, cap 4.

BONENBERGER, C., COSTA, R., SILVA, J. & MARTINS, LC (2006). **O fumo como tema gerador no ensino de química para alunos da EJA.** 29ª Reunião da Sociedade Brasileira de Química. Águas de Lindóia, SP. Disponível em: http://sec.sbq.org.br/cdrom/29ra/listaresumo.html. Acesso em 25 de fev. 2021.

BUENO, L., MOREIA, K. D. C., Soares, M., Dantas, D. J., WIZZEL, A., & Teixeira, M. F. (2008). **O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas.** Segundo Encontro do Núcleo de Ensino de Presidente Prudente. São Paulo: Universidade Estadual Paulista-Publicações. (p.02).

DE CÁSSIA SUART, Rita; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. **A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química.** Ciências & Cognição, v. 14, n. 1, p. pp. 50-74, 2009.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa.** Química nova na escola, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

LIMA, J. F.; PAULA, T. P.; MESSEDER, J. C. (2017). **Uma Investigação Sobre o Ensino de Tabela Periódica na Educação de Jovens e Adultos (EJA)**. Experiências em Ensino de Ciências. Disponível em http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0422-1.pdf. Acesso em 12 jun. 2020.

MEDEIROS, A. S., MORAIS, A. E. R., LIMA, S. L. C., REINALDO, S. M. A. S., & FERNANDES, P. R. N. (2013). **Importância das aulas práticas no ensino de química**. In *IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN. Currais Novos–RN*. p. 1881-1886. <https://portal.ifrn.edu.br/pesquisa/editora/livros-para-download/anais-do-ix-congic-ifrn>. Acesso em 22 fev 2021.

MELLO, E.C. **A ESCRITA DA PRÁTICA PEDAGÓGICA COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA DE FORMAÇÃO**. In: IX CONGRESSO ESTADUAL PAULISTA SOBRE FORMAÇÃO DE EDUCADORES. 2007. Águas de Lindoia. Conference Proceedings. São Paulo: Unesp, 2007, p.2.

SARTORI, A. **Legislação, Políticas Públicas e Concepções de Educação de Jovens e Adultos.** In: LAFIN, M. H. L. F. Educação de Jovens e Adultos e Educação na Diversidade. Florianópolis: Editora da UFSC, 2011.

WILSEK, M. A. G; TOSIN, J. A. P. **Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas, Campo Largo**. 2008. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr. gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf. Acesso em 25 mai. 2020.

Leis, normas e documentos oficiais:

BRASIL, [Lei Darcy Ribeiro (1996). LDB: **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 10ª edição. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014, 46p.

BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 1/ 2000 – Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos. **Ministério da Educação**. Brasil, 2000. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB012000.pdf. Acesso em 25 jun. 2020.

______. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Parecer **nº 11, de 10 de** maio de 2000. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos.

CAPÍTULO 2

A QUÍMICA CONTADA PELA HISTÓRIA DAS MOLÉCULAS: PROPOSTAS PEDAGÓGICAS A PARTIR DO CASO DA QUININA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 10/05/2021

Rogério Côrte Sassonia
Centro de Ciências Integradas, Universidade Federal do Tocantins
Araguaína, Tocantins, Brasil.
http://lattes.cnpq.br/9341522545622587

RESUMO: A quinina é um alcaloide de sabor amargo de fórmula $C_{20}H_{24}N_2O_2$ e com alta atividade antimalárica. Entre os fármacos originários de espécies de plantas nativas da América que foram introduzidos na Europa, aqueles contendo quinina foram os mais relevantes. A quinina é extraída a partir da casca de algumas espécies de *cinchona*. *Cinchona* é um gênero de 40 espécies de plantas da família Rubiácea. Até o início do século XIX, apenas um pó extraído da árvore era comercializado como produto farmacêutico. A necessidade de obter a quinina para o tratamento da malária impulsionou o desenvolvimento da ciência e da indústria química. Na história da manufatura de fármacos à base de quinina, habilidades e competências em química foram imprescindíveis em resultados como o isolamento da quinina por Pelletier e Caventou em 1820, a observação por Louis Pasteur em 1852 que a molécula era levorrotatória, a determinação da sua fórmula molecular em 1854 por Strecker até sua síntese estereoespecífica total no século XX. Este trabalho tem como objetivo identificar e descrever quais habilidades e competências em química foram dominadas pelos homens de ciência que tornaram possível o ciclo produtivo dos fármacos contendo quinina, concentrando-se especialmente nas expertises relacionadas a sistematização das informações relacionadas a sua identificação, sua elucidação estrutural e sua síntese. Este trabalho tem a preocupação de pensar o ensino de química considerando as competências e habilidades necessárias na formação de um bom profissional na área de química. Neste contexto, considera-se muito significativo o estudo de caso da quinina e dos seus derivados na identificação de capacidades de abordar e resolver problemas complexos em química.

PALAVRAS - CHAVE: ensino de química, ensino de ciências, quinina, Pasteur, Paul Rabe.

ABSTRACT: Quinine is a bitter-tasting alkaloid with formula $C_{20}H_{24}N_2O_2$ and high antimalarial activity. Among the drugs originating from plant species native from America which were introduced in Europe, those containing quinine were the most relevant. Quinine is extracted from the bark of some species of *cinchona*. *Cinchona* is a genus of 40 plant species into Rubiaceae family. Until the beginning of the 19th century, only a powder extracted from the tree was marketed as a pharmaceutical product. The need to obtain quinine for the treatment of malaria has prompted the development of science and the chemical industry. In the history of the manufacture of medicines based in quinine, skills and competences in chemistry were essential in results such as the isolation of quinine by

Pelletier and Caventou in 1820, the observation by Louis Pasteur in 1852 that the molecule was levorotatory, the determination of its molecular formula in 1854 by Strecker until its total stereospecific synthesis in the 20th century. This work aims to identify and describe which skills and competences in chemistry were dominated by men of science that made the production of medicines containing quinine possible, focusing especially on the expertise related to the systematization of information related to its identification, its structural elucidation and its synthesis. This work reflects on teaching chemistry as the competencies and skills necessary for the formation of a good professional in the area of chemistry. In this context, the case study of quinine and its derivatives is considered very significant in the identification of capacities to approach and solve complex problems in chemistry.
KEYWORDS chemistry teaching, science teaching, quinine, Pasteur, Paul Rabe.

A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E SEUS USOS NA EDUCAÇÃO

Estudos em história da ciência são interdisciplinares e podem ter impacto significativo no ensino de ciências. A história das ciências não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias maneiras[1]. Este trabalho baseia-se na necessidade de ampliar e qualificar a produção literária em história da ciência e de sua interface com o ensino de ciências. Ele visa identificar e descrever quais habilidades e competências em química tornaram possível o ciclo produtivo dos fármacos à base de quinina numa perspectiva voltada para a história da ciência, contudo, com a preocupação de também obter resultados direcionados para o aprofundamento de atividades relacionadas ao ensino de química. Este trabalho visa proporcionar subsídios na forma de estudos de caso voltados especificamente para uma competência ou habilidade científica, de tal modo que possam ser usados como recurso pedagógico para promover a educação científica de alunos de cursos de licenciatura em química. A metodologia que se baseia em estudos de caso no ensino de química apresenta vantagens em relação ao ensino tradicional[2] e o uso da abordagem histórica tem favorecido a aprendizagem de conceitos científicos no ensino médio e superior[3].

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS EM QUÍMICA

Neste trabalho entende-se competência como a capacidade de mobilizar recursos na resolução de um problema em química e habilidade como o domínio de aplicações práticas de uma determinada competência. A caracterização teórica destes termos é baseada na avaliação do trabalho de Primi e colaboradores (2001)[4]. Os currículos de muitos cursos de Química têm dado maior importância aos conteúdos informativos comparados aos formativos. O problema torna-se mais grave quando se trata de cursos de licenciatura em química, uma vez que cabe ao professor refletir de forma crítica a sua prática em sala de aula, identificando problemas de ensino e aprendizagem. O sucesso na resolução de problemas complexos na área de química depende em grande parte da

capacidade de identificar e organizar informações relevantes e da capacidade de investigar processos naturais e tecnológicos através de competências e habilidades próprias do trabalho em laboratório como efetuar a purificação de substâncias e materiais, determinar suas características físico-químicas, desenvolver métodos qualitativos e quantitativos de análise destas substâncias além de realizar a síntese de compostos etc. Outro aspecto importante é a capacidade de identificar regularidades e ter o domínio matemático capaz de compreender modelos quantitativos de previsão. Estas e outras habilidades e competências estão presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de química que orientam as capacidades pessoais e profissionais esperadas de uma boa formação na área de química[5]. Este trabalho visa mapear e contextualizar os acontecimentos do passado buscando a interpretação do conhecimento no contexto que ele foi produzido e propor estratégias para aplicação do método de estudo de caso voltado especificamente para uma competência ou habilidade científica.

PERÍODO DE DESENVOLVIMENTO DOS FÁRMACOS À BASE DE QUININA

A história do desenvolvimento dos fármacos de quinina a partir do reconhecimento das propriedades da *quina do Peru* no tratamento de febres intermitentes pode ser estudada em etapas determinadas pela validação e sistematização das informações sobre as propriedades da *quina do Peru*, período que abrange os séculos XVII e XVIII, o isolamento, caracterização química, quantificação e a determinação da fórmula molecular da quinina, século XIX, e, mais recentemente, sua síntese estereoespecífica total no século XX. Outro aspecto importante é o desenvolvimento do sistema industrial de fármacos contendo quinina cuja produção envolvia toneladas de matéria-prima no final do século XIX[6].

A *quina do Peru*, *corteza peruana* ou ainda *cinchona* era utilizada pelos nativos americanos e seu uso difundiu-se pela Europa durante o século XVII. Surpreendentemente, a manufatura de fármacos à base de quinina passou de uso medicinal regional a produto fabricado e distribuído mundialmente no século XIX. Em 1930, dez mil toneladas de casca de *cinchona* eram produzidas anualmente na ilha de Java por colonos holandeses[7]. Nenhum outro princípio ativo na história dos medicamentos teve desenvolvimento semelhante nessa época. A gravidade dos efeitos da malária para a humanidade está na origem deste aumento surpreendente de escala na produção de fármacos de quinina.

A malária é causada por protozoários do gênero *Plasmodium* que são transmitidos ao homem por fêmeas de mosquitos infectados do gênero *Anopheles*. Somente 4 espécies de *Plasmodium* são responsáveis por infectar seres humanos, sendo o *P. falciparum* o mais perigoso. À época da descoberta do Novo Mundo, a Europa sofria com a malária, especialmente Roma[8]. Infelizmente, os esforços da humanidade contra a calamidade humanitária causada pela malária ainda não foram suficientes. O número elevado de mortes por malária no mundo continua a castigar muitos países, principalmente Nigéria, República

Democrática do Congo, Moçambique, Índia e Uganda. De acordo com o último Relatório Mundial sobre Malária[9], publicado em novembro de 2018 pela Organização Mundial de Saúde, ocorreram 219 milhões de casos de malária em 2017, acima dos 217 milhões de casos registrados em 2016. O número estimado de mortes por malária foi de 435.000 em 2017, número semelhante ao do ano anterior. Crianças abaixo de cinco anos de idade formam o grupo mais vulnerável afetado pela malária, elas representam 61% (266.000) de todas as mortes por malária, o que significa dizer que uma criança morre de malária a cada dois minutos no mundo.

SISTEMATIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES SOBRE AS PROPRIEDADES DA *QUINA DO PERU*

Missionários jesuítas estão entre os pioneiros na sistematização de informações relativas à farmacopeia americana com uma intensa circulação de informações sobre remédios e tratamentos entre os colégios das Províncias Jesuíticas da América e da Europa organizadas na forma de tratados de farmacopeia nativa. Os jesuítas organizaram catálogos de plantas medicinais, entre eles a obra *Materia Medica Misionera* de 1710 do padre Pedro Montenegro[10]. Os registros mostram experiências com medicamentos feitas por alguns missionários e a existência de herbários e boticas nos colégios e nas reduções jesuíticas. A botica do Colegio San Pablo de Lima enviava medicamentos, entre eles a *quina do Peru*, para estabelecimentos da Companhia de Jesus na América e Europa[10]. Apesar do pioneirismo dos jesuítas na validação e sistematização das informações sobre a *quina do Peru*, o registro mais antigo sobre as propriedades da *quina* parece vir de um monge agostiniano. Em 1633, o monge agostiniano Antonio de la Calancha em Lima, Peru, escreveu: "*existe uma árvore de ´febres´ na área de Loja, com casca da cor de canela da qual os lojanos produzem pós que são bebidos na proporção de duas pequenas colheres e [assim] curam febres e terçãs; [estes pós] tiveram efeitos milagrosos em Lima*"[11,12] . Em 1742, o gênero da árvore foi nomeado *Cinchona* pelo botânico sueco Carl Linnaeus (Linnaeus, 1707-1778)[13].

A habilidade de sistematizar informações de natureza científica está presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química que preveem "saber comunicar corretamente os projetos e resultados de pesquisa na linguagem científica, oral e escrita"[5] como habilidades pessoais e profissionais esperadas de uma boa formação na área de química. No contexto histórico dos remédios de quinina, os erros de comunicação relacionados às espécies de árvores fornecedoras da *quina do Peru* são aspectos que podem ser avaliados em um estudo de caso. Em seu detalhado trabalho publicado no *American Bulletin of the History of Medicine* em 1941, A. W. Haggis descreve, após análise minuciosa de documentos, numerosos erros relacionados à terminologia botânica e outros de origem linguística, médica e histórica da *cinchona*[14]. Um dos erros provém do fato do nome *quinaquina*, que designava originalmente a árvore que produzia o bálsamo peruano

(*Miroxylon peruiferum L.*), ter sido dado à *cinchona*, e ao fato dos escritores médicos europeus não terem conhecimento preciso destas duas árvores. A literatura mais antiga sobre *cinchona* está repleta de afirmações que não pertencem à *cinchona*, mas, à árvore do bálsamo do Peru[14,15] . A casca da *cinchona* adquiriu vários nomes ao longo dos anos; entrou na *London Pharmacopeia* em 1677 como casca peruana (*cortex Peruvianus*). No entanto, o termo quinaquina (ou quina-quina ou ainda kinakina) persistiu[16].

Pesquisadores da área de Educação em Ciências têm destacado a necessidade de ações que favoreçam o desenvolvimento de habilidades qualitativas, como a comunicação e expressão oral e escrita[2,17] . Neste sentido, estudos de caso como o rastreamento da trajetória dos estudos com *cinchona* na América e Europa permitem a discussão de questões de caráter sócio-científico além de fazer com que os estudantes se familiarizem com o ambiente de pesquisa científica através de buscas bibliográficas em plataformas de informações confiáveis. Durante o trabalho podem ser revisados conceitos específicos próprios de outras áreas da química.

ISOLAMENTO E ELUCIDAÇÃO ESTRUTURAL DA QUININA

Abordagens históricas sobre o desenvolvimento dos conceitos da estrutura química são pouco abordadas em trabalhos que exploram a interface história da ciência e ensino[18]. A compreensão do desenvolvimento conceitual e do domínio de certas habilidades em química é alcançada quando há o entrelaçamento de fatos que ajudam a superar dificuldades na aprendizagem. Neste sentido, constituem-se relevantes abordagens pedagógicas mapear e contextualizar os acontecimentos sobre a elucidação estrutural da molécula de quinina buscando a interpretação das competências e habilidades em química no contexto que elas foram produzidas e propor estratégias para aplicação de estudos de caso conforme apresentadas por Sá e colaboradores[1], entre outros autores.

A primeira etapa na elucidação estrutural de uma substância é seu isolamento na forma de uma substância pura. Os remédios à base de ervas contêm um número indefinido de compostos inertes, assim como substâncias farmacológicas ativas, mas, em quantidades desconhecidas e proporções variadas. No isolamento da quinina, destaca-se o trabalho dos cientistas franceses Pierre-Joseph Pelletier (1788–1842) e Joseph-Bienaimé Caventou (1795–1877) que em 1820 isolaram a quinina da *quina do Peru* (amarela)[19] e a diferenciaram da cinchonina, que havia sido previamente isolada de uma variedade de quina cinza[6]. O isolamento da quinina permitiu o desenvolvimento de um método quantitativo para sua determinação nas diferentes espécies de quina disponíveis e, em termos de prática médica, a administração de um composto puro como um tratamento específico para malária com doses mais precisas de medicamento comparada às receitas à base de produtos obtidos diretamente da planta.

A concepção do conceito de molécula no século XIX juntamente com o advento da

síntese orgânica constituíram um avanço monumental na ciência. A Química Orgânica, como é conhecida hoje, começou a tomar sua forma atual entre o final do século XVIII e início do século XIX. Em 1865, Kekulé publicou a estrutura química do benzeno de modo semelhante ao que se conhece hoje[20]. O domínio cada vez maior da natureza química das substâncias transformou a medicina ocidental e os tratamentos com ervas foram gradualmente sendo substituídos por compostos químicos puros e, mais tarde, por drogas sintéticas. A proposta do uso da teoria de ligação química combinada com a concepção do carbono tetravalente originou a teoria estrutural dos compostos orgânicos[21]. Apesar do talento de muitos químicos da época, foram necessárias décadas de desenvolvimento até a síntese total da quinina. Outro marco importante para a história da síntese orgânica, em especial para a síntese da quinina, foi o descobrimento da quiralidade e de sua importância na síntese de compostos orgânicos. A quinina é um composto multicíclico, derivado da quinolina, que contém quatro centro estereogênicos que, por esta razão, origina 16 estereoisômeros, contudo, somente um corresponde à forma ativa do fármaco[22]. A quinolina é formada por dois anéis hexagonais fundidos e sua fórmula química é C_9H_7O.

A elucidação estrutural da quinina, Figura 1, foi um desafio extraordinário e tornou-se um exemplo muito ilustrativo do uso conjunto de reações funcionais de grupo, degradação química, obtenção de derivados e uma enorme competência e habilidade em química na interpretação dos resultados experimentais. As habilidades como as envolvidas na elucidação estrutural da quinina estão presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química que preveem “saber conduzir análises químicas, físico-químicas e químico-biológicas qualitativas e quantitativas e a determinação estrutural de compostos por métodos clássicos e instrumentais”[5].

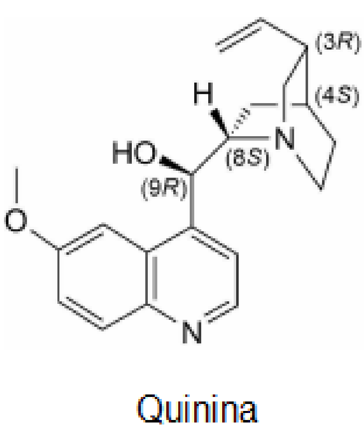


Figura 1: Representação da estrutura molecular da quinina.

Um exemplo que relaciona o desenvolvimento histórico da elucidação estrutural da molécula de quinina com competências e habilidades em química orgânica é o trabalho experimental de Antoine Bussy que devido sua extraordinária atenção aos detalhes no laboratório foi capaz de identificar a presença de nitrogênio nas moléculas de alcaloides (inicialmente na molécula de morfina), fato que havia sido negado previamente por Pelletier e Caventou que acreditavam que os alcaloides eram constituídos apenas por carbono, hidrogênio e oxigênio[23, 24]. Trabalhos como os desenvolvidos por Louis Pasteur que estudou vários sais tartáricos dos alcaloides obtidos da *cinchona* além da determinação da fórmula molecular da quinina em 1854 por Strecker também podem ser explorados como estudos de caso. A avaliação das propriedades físico-químicas dos sais derivados dos alcaloides da *cinchona* levou Pasteur a fazer constatações muito importantes no seu trabalho sobre quiralidade[11]. Em 1908, o químico alemão Paul Rabe, que havia trabalhado quase 40 anos no entendimento da estrutura e características químicas da quinina, sugeriu a correta conectividade entre seus átomos[25, 26]. Ele havia demonstrado, por exemplo, que a função álcool nos alcaloides era secundária, e determinou sua localização exata através da oxidação da cinchonina para cinchoninona[6]. Neste sentido, a relação entre competências e habilidades na condução de análises químicas, físico-químicas e químico-biológicas qualitativas e quantitativas e a determinação estrutural de compostos por métodos clássicos e instrumentais pode ser explorada através do trabalho histórico da caracterização estrutural detalhada da quinina publicada por Kaufman e Rúveda[6] por exemplo.

SÍNTESE DA QUININA

Quinina e quinidina são diasteroisômeros que se diferenciam pela configuração de dois de seus quatro centros estereogênicos (carbonos quirais), C(8) e C(9). A quinina ocorre naturalmente como substância enantiomericamente pura. Antes do trabalho de Stork, a síntese da quinina se baseava na estratégia que envolvia a desconecção retrossintética da ligação entre C8 e N1, gerando um intermediário conhecido como homomeroquineno. Este composto é um produto de degradação da quinina e foi usado por vários grupos de pesquisa como o intermediário chave na síntese da quinina, dentre eles Paul Rabe[27] em 1918, Woodward e Doering[28] em 1944 e Milan Uskokovic e colaboradores[29] em 1978. O problema é que esta rota sintética não permitia o controle completo dos átomos ao redor dos dois centros estereogênicos (C8 e C9). A contribuição decisiva de Stork foi perceber que a desconecção da ligação C6 e N1 poderia oferecer o completo domínio estereoquímico do intermediário e de seus produtos finais, apesar do intermediário ser tão complexo quanto a quinina. Stork planejou uma rota sintética direta e eficiente até seu intermediário através da redução seletiva de uma imina preparada em sua forma isomérica pura em dez etapas simples a partir de uma lactona vinílica prontamente disponível. Importante destacar nesta etapa a contribuição de Kondo e Mori que desenvolveram a síntese de gamma-lactonas

vinílicas racêmicas[30]. Em sua etapa final, Stork introduz a funcionalidade e estereoquímica desejada no carbono C9 através de uma auto-oxidação.

O domínio de habilidades que permitam o químico produzir substâncias e materiais no laboratório está presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química que prevê que o bom profissional deve “saber realizar síntese de compostos, incluindo macromoléculas e materiais poliméricos”[5]. Deste modo, constituem-se relevantes abordagens pedagógicas mapear e contextualizar os acontecimentos sobre a síntese estereoespecífica total da molécula de quinina buscando a interpretação das competências e habilidades em química no contexto que elas foram produzidas e propor estratégias para aplicação de estudos de caso de modo semelhante a proposta pedagógica apresentada por Regueira e colaboradores[31].

OBSERVAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

O método de estudo de caso deriva do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), conhecido como “Problem Based Learning (PBL). É um método que permite que os estudantes direcionem sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações complexas. Exemplos na literatura mostram estudos de caso em química sendo aplicados para introduzir assuntos específicos, demonstrar a aplicação de conceitos químicos na prática, desenvolver a habilidade de comunicação oral e escrita (Sá e colaboradores[1], Tabela 1). Estes trabalhos seguem principalmente as estratégias de tarefa individual, aula expositiva, trabalhos no formato de discussão e como atividade desenvolvida em pequenos grupos. Cada uma das estratégias é detalhada abaixo.

A tarefa individual tem o caráter de um trabalho que o aluno deve solucionar, que implica na explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução. A aula expositiva tem a característica de um caso histórico específico apresentado pelo professor com o objetivo de apresentar aos estudantes a maneira como o conhecimento científico é construído. Trabalhos no formato de discussão são apresentados pelo professor como um problema e os alunos são questionados sobre como resolvê-lo. As atividades em pequenos grupos são casos de histórias que devem ser solucionadas por grupos pequenos de estudantes, que trabalham em colaboração elaborando uma agenda de aprendizagem, ou seja, um conjunto de assuntos que eles concordam em pesquisar individualmente até a resolução do caso. Neste contexto, o professor desempenha um papel de facilitador durante as discussões. Neste contexto, é propício estabelecer interfaces coerentes e sólidas na complexa relação entre história da ciência e ensino, abordar áreas de análise historiográfica, epistemológica e contextual acerca dos fatos da história da manufatura de fármacos à base de quinina. Uma visão dos fatos e episódios científicos a partir da filosofia também pode ser contemplada. Propõe-se, desse modo, utilizar as competências e habilidade que tornaram possível o desenvolvimento dos fármacos contendo quinina, a saber, a validação

e sistematização das informações sobre as espécies vegetais que continham quinina, seu isolamento, caracterização química, quantificação e a determinação da sua fórmula molecular até sua síntese estereoespecífica total como abordagens pedagógicas.

Outra atividade que suscita reflexões acerca da prática científica e que valoriza a interface história da ciência e ensino é a aplicação de uma fonte primária como material pedagógico. Isto porque nesse tipo de atividade se avalia como um problema químico complexo foi solucionado através de competências e habilidades específicas de um momento histórico. Habilidades diferentes da abordagem de um curso moderno de Química. Apesar de poucos recursos técnicos, Pelletier, Caventou, Pasteur, Strecker, Rabe e Stork solucionaram desafios extraordinários no isolamento, caracterização estrutural e síntese da quinina. Outro trabalho importante é a proposta de Ringan e Grayson[32] para introduzir conceitos de modelagem molecular. Esta atividade tem como objetivo oferecer aos estudantes a oportunidade de utilizarem seus conhecimentos sobre modelagem molecular para examinar problemas específicos de química orgânica e bioquímica. Ela permite ao estudante a investigação sobre conceitos tais como quiralidade e análise conformacional de modo semelhante ao que pode ser usado nas atividades envolvendo a elucidação estrutural da molécula de quinina. Esta e outras abordagens pedagógicas apresentadas neste trabalho serão ampliadas em trabalhos futuros.

REFEÊNCIAS

1. MARTINS, R. A. de. **Introdução: a história das ciências e seus usos na educação**. In: SILVA, C. C. (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006, p. xxi-xxxiv.

2. SÁ, L. P; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso em Química**. *Quím. Nova* 2007, 30 (3), 731.

3. CALLEGARIO, L. J.; HYGINO, C. B.; ALVES, V. L. O; LUNA, F. J.; LINHARES, M. P. A **História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão**. *Rev. Virtual de Quím.* 2015, 7 (3), 977-991.

4. PRIMI, R.; DOS SANTOS, A. A. A.; VENDRAMINI, C. M.; TAXA, F.; MULLER, F. A.; LUKJANENKO, M. F.; SAMPAIO, I. S. **Competências e habilidades cognitivas: diferentes definições dos mesmos constructos**. *Psicologia: Teoria e Pesquisa* 2001, 17 (2), 151-159.

5. ZUCCO, C.; PESSINE, F. B. T.; DE ANDRADE, J. B. **Diretrizes curriculares para os cursos de Química.** *Quím. Nova* 1999, 22(3).

6. KAUFMAN, T. S.; RÚVEDA, E. A. **The quest for quinine: those who won the battles and those who won the war.** Angew. *Chem. Int. Ed.* 2005, 44, 854-885.

7. MESHNICK, S. R. e DOBSON, M. J. **The History of Antimalarial Drugs**. Em: Rosenthal P.J. (eds) Antimalarial Chemotherapy. Infectious Disease. Humana Press, Totowa, NJ, 2001.

8. SALLARES, R. **Malaria and Rome: a history of malaria in ancient Italy**. Oxford University Press, Oxford, 2002.

9. **World Malaria Report 2018**. Geneva: World Health Organization; 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

10. FLECK, E. C. D.; POLETTO, R. **Circulação e produção de saberes e práticas científicas na América meridional no século XVIII: uma análise do manuscrito *Materia medica missioneira* de Pedro Montenegro (1710)**. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos* 2012, 19 (4), 1121-1238.

11. GAL, J. **Louis Pasteur, chemist: an account of his studies of cinchona alkaloids**. *Helv. Chim.* Acta 2019, 102, e1800226.

12. Rodríguez, F. M. **Precisiones sobre la historia de la quina**. *Reumatol Clin.* 2007, 3 (4), 194-196.

13. LINNAEUS, C. **Genera Plantarum. *Lugduni Batavorum***. Leiden, 1742, p. 527.

14. HAGGIS, A. W. **Fundamental errors in the early history of cinchona: part I**. *Bull. Hist. Med.* 1941, 10, 417-459.

15. LAVAL M., HENRIQUE. **Botica de los jesuítas de Santiago. Biblioteca de Historia de la Medicina en Chile**. Santiago, Chile, 1953, p. 85-91. http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0059660.pdf Acesso em: 07 maio 2021.

16. KEEBLE, T. W. **A cure for the ague: the contribution of Robert Talbor (1642-81)**. *J. R. Soc. Med.* 1997, 90 (5), 285-290.

17. MASSI, L.; DOS SANTOS, G. R.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. **Artigos científicos como recurso didático no ensino superior de Química**. Quím. Nova 2009, 32, 2, 503-510.

18. DA SILVA, K. S.; DA FONSECA, L. S.; DE FREITAS, J. D. **Uma Breve História da Geometria Molecular sob a Perspectiva Didático-Epistemológica de Guy Brousseau**. *Acta Scientiae* 2018, 20, 4, 626-647.

19. PELLETIER, P. J.; CAVENTOU, J. B. **Recherches chimiques sur les quinquina**. *Ann. Chim. Phys.* 1820, 15, 337-365.

20. KEKULÉ, A. **Sur la constitution des substances aromatiques**. *Bull. Soc. Chim*. Fr. 1865, 3, 98-110.

21. NICOLAOU, K. C. **The emergence of the structure of the molecule and the art of its synthesis.** *Angew. Chem. Int. Ed*. 2003, 52, 131-146.

22. WEINREB, S. M. **Synthetic lessons from quinine**. *Nature* 2001, 411, 429.

23. DELEPINE, M. **Joseph Pelletier and Joseph Caventou**. *J. Chem. Educ*. 1951, 28 (9), 454.

24. WISNIAK, J. **Antoine Alexandre Brutus Bussy**. *Revista CENIC Ciências Químicas*, 43, 2012.

25. RABE, P. **Zur kenntnis der chinaalkaloide. VII. mitteilung: über ein neues oxydationsprodukt des cinchonins**. *Ber. Dtsch. Chem*. Ges. 1907, 40, 3655. https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cber.190704003157 Acesso em 10 maio 2021.

26. RABE, P. **Zur kenntnis der china-alkaloide. VIII. mitteilung: über die konstitution des cinchonins.** *Ber. Dtsch. Chem*. Ges. 1908, 41, 62. https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cber.19080410118 Acesso em: 10 maio 2021.

27. RABE, P. KINDLER, K. **Über die partielle synthese des chinins. zur kenntnis der China-alkaloide XIX.** *Ber. Dtsch. Chem. Ges*. 1918, 51, 466-467. https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cber.19180510153 Acesso em: 10 maio 2021.

28. WOODWARD, R. B.; DOERING, W. F. **The total synthesis of quinine**. *J. Am. Chem. Soc*. **1944**, 66, 849.

29. GRETHE, G.; LEE, H. S.; MITT, T.; USKOKOVIC, M. R. **Total synthesis of cinchona alkaloids. 4. syntheses via quinuclidine precursors**. *J. Am. Chem. Soc*. 1978, 100, 589-593.

30. KONDO, K.; MORI, F. **Synthesis of γ-lactones by the condensation of 2-alkene-1,4-diols with orthocarboxylic esters**. *Chemistry Letters* 1974, 3 (7), 741-742.

31. REGUEIRA, J. L. L. F.; DE FREITAS, J. J. R.; FILHO, J. R. F. **Preparação de 1,2,4-oxadiazol: sequência didática aplicada em disciplina de síntese orgânica na graduação**. *Quím*. Nova 2016, 39 (8), 1019.

32. RINGAN, N. S.; GRAYSON, L. **Molecular modeling in the undergraduate chemistry curriculum: the use of β-lactams as a case study.** *J. Chem. Educ*. 1994, 71, 856.

CAPÍTULO 3

A TEMÁTICA DOS ALIMENTOS NO ENSINO DE ÁCIDOS E BASES: ARTICULANDO SABERES TEÓRICOS E PRÁTICOS EM UMA OFICINA DIDÁTICA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 26/03/2021

Patrícia Flávia da Silva Dias Moreira
UFRN – Instituto de Química
Natal- RN
http://lattes.cnpq.br/9109298434418130

Wagner de Oliveira Feitosa
UFRN – Instituto de Química
Natal- RN
http://lattes.cnpq.br/8358558399430071

Melquesedeque da Silva Freire
UFRN – Instituto de Química
Natal- RN
http://lattes.cnpq.br/0358064729580858

RESUMO: A abordagem contextualizada de conteúdos químicos e as atividades experimentais com resolução de problemas tem sido apontada há muitos anos pelas investigações didáticas como um potencial recurso para o desenvolvimento de diferentes conhecimentos e habilidades pelos estudantes. Este trabalho propõe uma sequência de atividades, no formato de uma oficina didática, para trabalhar com o conteúdo de ácidos e bases associado ao contexto da alimentação, privilegiando tarefas discursivas, articuladas a experimentos e situações-problema. A pesquisa adotou elementos da abordagem qualitativa e foi desenvolvida com os alunos da 3ª série do Ensino Médio integrado ao curso técnico em cozinha da Escola Cidadã Integral Pastor João Pereira Gomes Filho, localizada no município de João Pessoa, Paraíba. A experiência didática forneceu alguns indícios de contribuições das atividades para a ressignificação de aspectos conceituais da química no contexto estudado, além do estímulo ao interesse e participação ativa dos estudantes nas tarefas propostas na oficina.

PALAVRAS - CHAVE: Atividades experimentais; Abordagem contextualizada; ácidos e bases; Alimentação.

FOOD CHEMISTRY AND ACID-BASE THEME: LINKING PRACTICE AND THEORY FROM A TEACHING WORKSHOP IN HIGH SCHOOL

ABSTRACT: Context-based approaches to the teaching of chemistry and experimental activities with problem solving has been pointed out by didactic investigations through many years as a potential resource for the development of different knowledge and skills by students. This work proposes a teaching sequence as a didactic workshop in order to approach contents of acids and bases linked to the context of food, privileging discursive tasks, experiments and problem situations. The research adopted elements of the qualitative approach and it was developed with a group of students from the 3rd grade High School integrated to the technical course in cooking at Escola Cidadã Integral Pastor João Pereira Gomes Filho, in João Pessoa, Paraíba. The results suggest a heterogeneity of ideas expressed by the students, constituted by theoretical-conceptual aspects of the chemistry discipline and by sensory criteria prioritized in the approach of routine procedures of the technical

course which they were in. The didactic experience provided some evidence of the activities 'contributions to resignify conceptual aspects of chemistry in the explored context, in addition to stimulating students' interest and active participation in the tasks proposed by the workshop.
KEYWORDS: Experimental activities; context-based approach; acids and bases; food.

1 I INTRODUÇÃO

Sabe-se que a experimentação problematizada e a contextualização tem sido objetos de estudo de muitas pesquisas na área de ensino de ciências, destacando diversas potencialidades didático-pedagógicas dessa estratégia (COSTA et al, 2005; LISBOA 2015; SILVA e GUERRA 2018; FINGER e BEDIN, 2019).

O uso da estratégia de resolução de problemas em atividades experimentais apresenta-se com um recurso que busca além de dinamizar as aulas, responder aos questionamentos dos alunos quando querem saber por que precisam estudar química. Gói e Santos (2008) irão afirmar que as atividades práticas, associadas à resolução de problemas, favorece a construção e o entendimento dos conceitos por parte dos estudantes.

O ensino da disciplina de química apresenta uma facilidade em relação a realização de atividades contextualizadas, como exemplo disso, temos as relações do cotidiano com os conceitos de ácidos e bases. Esse conteúdo pode ser explorados em vários contextos do dia a dia do aluno, uma vez que há muitas informações que são vitais aos seres humanos. Como exemplo, podemos citar o sangue humano, levemente alcalino (pH 7,4) para que absorva bem os minerais necessários à saúde. Para que o organismo se mantenha livre da acidez e suas complicações, é importante que se evite a ingestão de alimentos líquidos ou sólidos que venham interferir no equilíbrio do pH e comprometa a saúde do organismo (CRUZ NETO, 2016). Discussões a respeito de doenças provocadas pela acidose, tais como, diarreias, vômito frequente, doenças renais graves, diabetes e outros, constitui outro exemplo de situações que podem ser utilizadas como contextos de aprendizagem para os estudantes, uma vez que influenciam diretamente a saúde. Ao falarmos sobre o conteúdo de potencial hidrogeniônico (pH) é possível contextualizarmos quando por exemplo, enxergamos suas indicações de valores nos produtos comerciais nas prateleiras dos supermercados, embora as aulas em sua maioria das vezes estejam ligadas a compreensão teórica dos fundamentos dos logaritmos que revelam o seu valor a partir da concentração de íons H+ presentes em uma determinada substância. (LESSA et al, 2013).

O trabalho desenvolvido propôs o estudo do pH dos alimentos, e na literatura há várias sugestões sobre como relacionar o estudo dos alimentos com o cotidiano, e tornar o assunto muito mais próximo à realidade dos alunos (CRUZ NETO, 2016; FEHLBERG et al, 2014; NEVES, 2009). O que comemos tem um efeito visível no que somos, em relação à nossa saúde e, nesse sentido, as aulas experimentais podem favorecer a

compreensão dos conceitos químicos associados, pois, assim, o aluno passa a ter mais interesse pelas explicações científicas, quando as percebes articuladas à um contexto mais próximo de si. Considerando isso, esta pesquisa desenvolveu uma sequência de atividades contextualizadas sobre o caráter ácido ou alcalino dos alimentos, fazendo uso de recursos de fácil acesso, dentre os quais, extratos de flores para usar como indicador de ácido e base, de soluções preparadas para observação macroscópica do seu caráter. O uso de indicadores naturais em atividades experimentais pode ser um caminho dinâmico possibilitando com que o aluno passe por todo processo, desde as escolhas das flores ideais, ao processo de produção em si, maceração, extração, escolha do solvente melhor e dos testes para validar o seu indicador preparado e algo a se pontuar também é por ser um recurso de fácil acesso a todos, especialmente quando não se tem recursos de laboratório. Esse tipo de atividade pode instigar o aluno a pesquisar sobre o tema, a partir de uma aula de determinação do caráter ácido ou alcalino das substâncias, por exemplo, e, desse modo, auxiliá-lo na compreensão dos conceitos, e favorecer possíveis discussões sobre as causas e efeitos do estilo de alimentação adotada pelo indivíduo. Um dos grandes desafios para a execução das atividades experimentais na escola, particularmente sobre a temática em discussão, é a falta de indicadores de ácidos e bases nos laboratórios. Assim, o trabalho propõe o uso de indicadores naturais extraídos de flores nativas da região na qual se desenvolveu as atividades com os estudantes. Para Mota e Cleophas (2014), o uso de corantes naturais torna a experimentação sobre esses conceitos químicos algo de mais fácil acesso, mesmo não existindo um laboratório na escola.

O uso de indicadores naturais também é destacado por alguns autores. Pereira et al (2017) destaca o uso de indicadores como recurso para a experimentação investigativa problematizadora em aulas de química. Assunção et al (2018) ressaltam a experimentação no ensino de química com indicadores naturais para determinação do pH como produtos alternativos acrescentam aos conhecimentos teóricos, apresentando resultados muito semelhantes ao uso de indicadores já conhecidos nos laboratórios.

Partindo desses princípios, fizemos a proposta de uma oficina didática utilizando atividades experimentais problematizadas no contexto alimentar para a abordagem do conteúdo de ácidos e bases.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede estadual de ensino localizada no município de João Pessoa, Paraíba. Participaram da pesquisa 23 alunos da 3ª série A do Ensino Médio, do curso técnico em cozinha da Escola Cidadã Integral Técnica (ECIT) Pastor João Pereira Gomes Filho com idade entre 17 e 20 anos. A escolha dessa escola se deu em função dela possuir o ensino técnico, articulado à formação em nível médio. Apesar de na sua matriz curricular apresentar as disciplinas de alimentação restritiva, panificação

e outras, o contato dos estudantes com a química está presente apenas nas aulas teóricas e práticas da disciplina de química.

As atividades aconteceram fora do horário de aula da disciplina química, sendo realizadas durante as aulas da disciplina eletiva que compõe a base diversificada do modelo de ensino integral do Estado da Paraíba, visto que a proposta é subsidiar os conteúdos e não substituir as aulas expositivas. Foi desenvolvida uma sequência de atividades diversificadas, incluindo experimentos contextualizados com resolução de problemas, de forma a estimular o indivíduo a pensar em como resolver situações presente em seu cotidiano.

A sequência das atividades foi distribuída em 12 aulas geminadas (2 aulas seguidas por semana) de 50 minutos cada, recortados e adaptados para essa publicação:

● 1º Encontro: apresentação da pesquisa e aplicação de questionário de levantamento das ideias prévias

As perguntas feitas aos alunos foram de caráter subjetivo, com a finalidade de saber como eles conceituavam ácido, o que entendem por pH, como a acidez atua diretamente na fabricação de massas de pães, bolos e pizzas. Perguntou-se também se eles acreditam que existem doenças relacionadas a alimentação ingerida.

● 2º Encontro: brainstorming ou tempestade de ideias

o foram desenvolvidas duas dinâmicas: a primeira consistiu em saber como os alunos faziam associações entre valores de pH e alguns alimentos (pão francês, iogurte de morango, refrigerante cola, suco de laranja industrializado, limão, laranja, maçã, bolo de chocolate, salgados, banana) que estavam expostos na mesa (tabela 01 abaixo); a segunda dinâmica foi mediada pelo uso do aplicativo Mentimeter, no qual foram criadas nuvens de palavras a partir de perguntas sugeridas pelo pesquisador, e das discussões realizadas anteriormente.

Alimento	pH
Pão Frances	5,6
Maçã	3,0
Queijo Muçarela	4,9
Suco de laranja industrializado	3,9
Banana	4,6
Laranja	6,5
Limão	1,8
Leite	6,2
Coca Cola	2,5
Bolo de Chocolate	5,0
Coxinha(salgado)	5,2
Iogurte de morango	4,0

Quadro 01: Alimentos e seus respectivos pH utilizados na dinâmica

Fonte: autoria própria (2019).

- 3º Encontro: trabalhando com indicadores naturais

Nesse encontro foi realizado uma atividade prática com uma problematização inicial sobre a preparação de indicadores naturais. A finalidade do experimento era resolver a problemática da falta de indicadores de ácidos e bases no dia a dia do aluno. A proposta da atividade envolveu a extração de líquidos de flores e a avaliação se estas serviriam como indicadores de ácido e bases, bem como verificar a possibilidade de construção de uma escala de pH, a fim de que pudessem ser utilizadas em diversas necessidades acadêmicas ou do cotidiano.

Como sugestão para auxiliar a compreensão do experimento, foi apresentado um trecho do artigo de Coutinho et al (2016), intitulado "Indicadores de pH a partir das flores das espécies *macroptilium atropurpureum*, *centrosema brasilianum* e *ipomoea asarifolia*".

A atividade experimental foi desenvolvida com flores nativas da região: Trevo roxo (*Oxalis triangularis atropurpurea)*; Cosmos laranja (*Cosmos Sulphurea)*; Tagetes erecta (*Cravo amarelo)* e Jasmim do Caribe (*Plumeria pudica)*. Essa proposta também pretende contribuir como mais um recurso didático, uma vez que muitos professores justificam a não realização de atividades experimentais em suas aulas, por não possuírem reagentes e indicadores de ácidos e bases tradicionais, tais como, a fenolftaleína, alanrajado de metila, azul de bromotimol, entre outros.

Após a extração, os alunos fizeram os testes em soluções de substâncias ácidas e básicas e, na conclusão da atividade, responderam um questionário com três perguntas discursivas.

- 4º Encontro: os mistérios do pH da cebola

No quarto encontro foi proposta uma atividade experimental, na qual foi apresentado um problema aos estudantes para que investigassem a influência (ou não) da temperatura e da concentração no pH da cebola. Para isso, foram analisados extratos de cebola em temperaturas diferentes, com a finalidade de observar se houve alguma mudança na coloração das soluções, após o teste com um dos extratos das flores da atividade anterior. Ao fim da realização da atividade experimental os alunos responderam ao questionário com três questões subjetivas, conforme apêndice C que posteriormente foram usadas no tratamento dos dados da pesquisa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a intenção de levantar observações em relação aos conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de ácidos, bases e pH, foi aplicado um questionário com cinco questões discursivas.

Para a identificação das respostas dos alunos utilizamos um código composto da letra “A” (indicando um aluno ou aluna) e de um número (1, 2, 3, e assim sucessivamente) para diferenciar os respondentes.

Os resultados foram apresentados em gráficos contendo as porcentagens com semelhanças nas respostas dadas.

a) Análise da questão 01: *É comum ouvirmos que um alimento é ácido, que tem caráter ácido ou que apresenta uma acidez elevada. Para você o que significa “ácido”?*

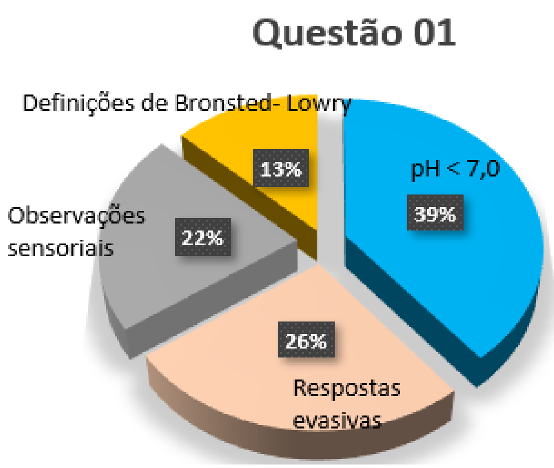


Gráfico 01 – Questão 01

Fonte: Própria do autor (2020)

Observamos que os alunos já apresentam na resposta dada uma familiarização com o conteúdo de ácido e base quando eles associam ao sabor azedo dos ácidos que já ingeriram, citando o limão como exemplo de substância ácida, o que segundo Oliveira (2008) existem alunos que sempre associam os conceitos de ácidos e bases a definições não particulados sendo mais fácil para ele a identificação com percepções sensoriais.

Em relação a essas respostas que se associam mais ao conteúdo escolar, observamos uma certa confusão dos estudantes na utilização dos modelos teóricos. Percebe-se também que outras respostas foram dadas em função da escala de pH, tal situação pode ser atribuída ao fato de o conteúdo ter sido ministrado pelo professor da disciplina antes da aplicação do questionário, fazendo com que os alunos recorram a sua memória mais recente.

b) Análise da questão 02: *Alguns alimentos ou produtos exibem em seus rótulos a informação de um valor de pH. O que você entende por pH?*

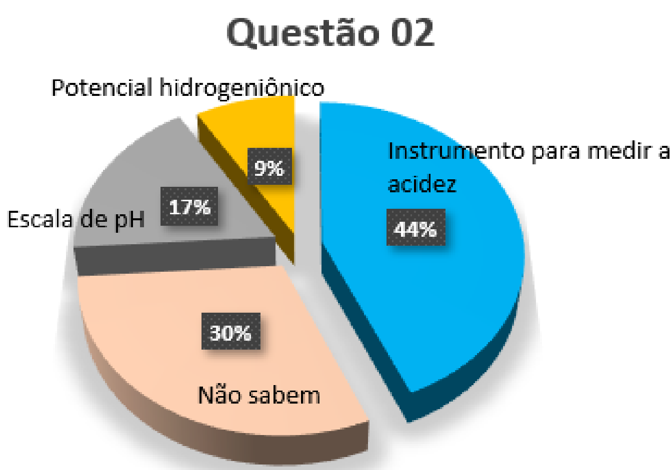


Gráfico 02 – Questão 02

Fonte: Própria do autor (2020).

A pergunta foi mediada por uma situação cotidiana para que os alunos pudessem associar o conceito de pH com momentos relevantes da vida, como olhar os rótulos de produtos dos supermercados.

d) Análise da questão 04: *Você acredita que existe alguma relação entre doenças e o caráter ácido dos alimentos que ingerimos? Explique sua resposta.*

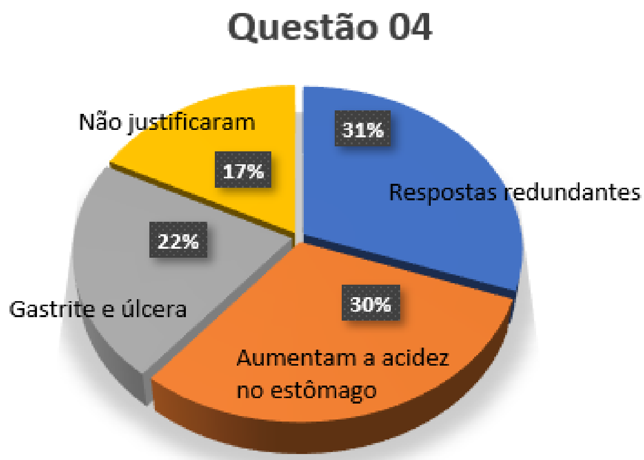


Gráfico 03 – Questão 04

Fonte: Própria do autor (2020).

Segundo Pereira e Fernandes (2018) ensinar o conceito de pH a partir de situações do cotidiano, eleva o nível de conhecimento, torna-o concreto e gera no aluno uma identificação permitindo-o associar conceitos a fenômenos observados nas suas relações casuais, como ir ao supermercado e olhar os rótulos nas prateleiras.

e) Análise da questão 05: *Considere que uma pessoa foi diagnosticada com gastrite e que alguém lhe indicou o uso de limão para aliviar os sintomas. Você concorda com essa indicação? Justifique a sua resposta.*

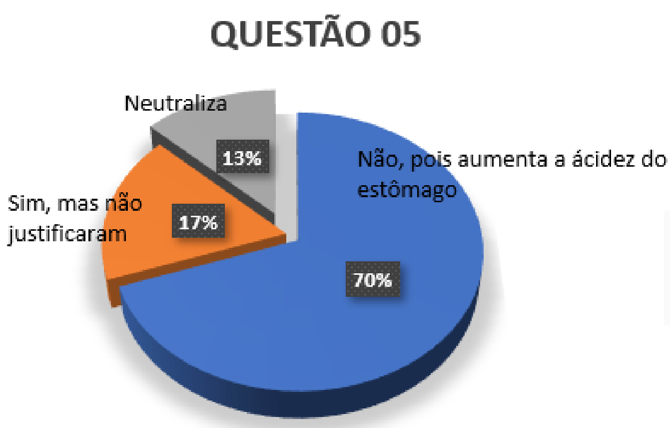


Gráfico 04 – questão 5

Fonte: Própria do autor (2020).

Tanto em respostas afirmativas como nas negativas, foi possível perceber elementos conceituais associados ao problema de saúde, com isso a questão foi categorizada em respostas que concordam e respostas que discordam da situação proposta.

3.1 Análise da Atividade Brainstorming ou Tempestade de Ideias

Foi realizada uma roda de conversas uma revisão da teoria com os alunos e em seguida foi proposta uma atividade de nuvem de palavras utilizando o *mentimeter*.

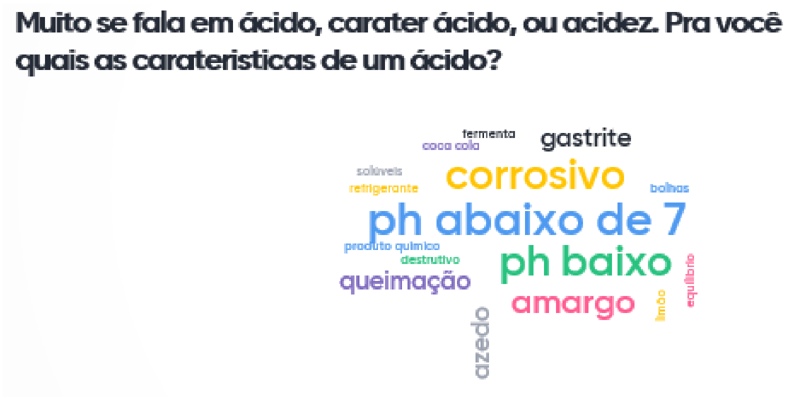


Figura 01 – Primeira pergunta do construtor da nuvem de palavras

Fonte: Própria do autor (2019)



Figura 02 – Segunda questão do construtor da nuvem de palavras

Fonte: Própria do autor (2019)

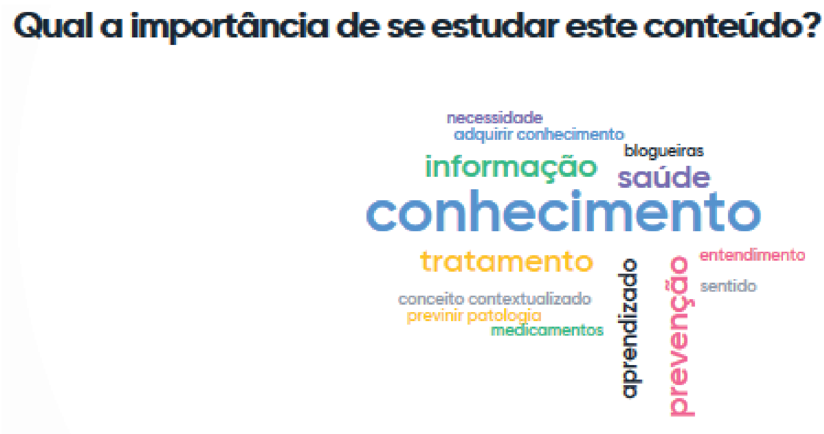


Figura 05 – Terceira questão do construtor da nuvem de palavras

Fonte: Própria do autor (2019)

Com a aplicação da ferramenta, e a partir das respostas, foi possível observar que a escolha de trabalhar na perspectiva de estabelecer relações com o contexto alimentar, pode ter contribuído para tornar a aula mais interativa e discursiva.

Com a aplicação da ferramenta, e a partir das respostas, foi possível observar que a escolha de trabalhar na perspectiva de estabelecer relações com o contexto alimentar, pode ter contribuído para tornar a aula mais interativa e discursiva.

3.2 Trabalhando com Indicadores Naturais

A atividade prática teve como fim investigar a possibilidade do uso de indicadores naturais a partir de flores nativas do município de João Pessoa na Paraíba. A pesquisa foi mediada por uma problematização e a resposta ao problema se deu com a realização do experimento.

> Francisco voltou da aula de química experimental todo empolgado porque aprendeu conceitos sobre ácidos, bases e indicadores. Sua empolgação foi tão grande que queria ensinar aos seus pais que é possível descobrir que os alimentos e produtos consumidos em sua casa tem caráter ácido ou alcalino. Na escola usou a fenolftaleína, porém em sua casa não havia esse indicador. Como você resolveria o problema de Francisco pensando em um baixo custo e com recursos de fácil acesso?

Fonte: Própria do autor (2019)

Em decorrência da experimentação realizada com extratos de flores e devido a presença da antocianina que confere a coloração delas, as mesmas podem ser usadas como indicadores de ácidos e bases.

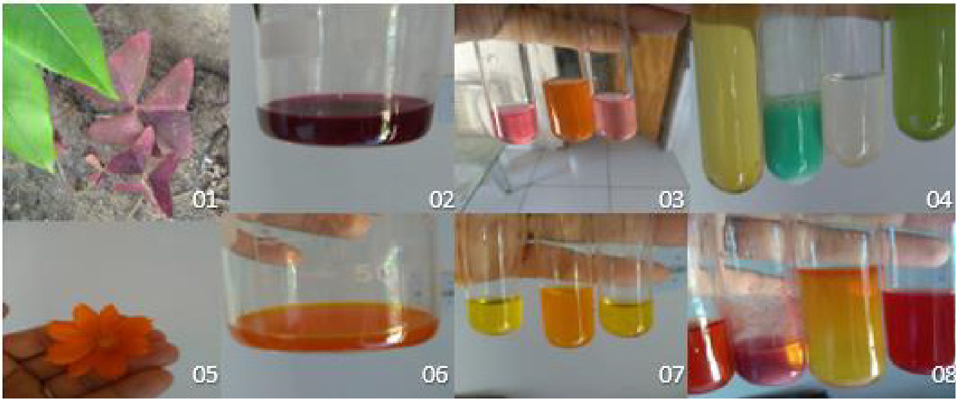


Figura 04 – Flores, extratos e indicações

Fonte: Própria do autor (2019)

A figura 04 acima mostra a seguinte sequência em relação ao uso das flores como indicadores de ácidos e bases: Na parte superior: 01 – Trevo roxo (*Oxalis triangularis atropurpurea)*; 02 – extrato em meio aquoso; 03 – indicação em meio ácido; 04 – indicação em meio básico. Na parte inferior temos: 05 – Cosmos laranja (*Cosmos Sulphurea)*; 06 – extrato em meio aquoso; 07 –indicação em meio ácido; 08 – indicação em meio básico.

A percepção das soluções como ácidas ou básicas se deu por se tratar de substâncias conhecidas, tais como, ácido clorídrico, vinagre, água sanitária, hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio, leite de magnésia. A semelhança nos tons da coloração dos sistemas dá uma visão macroscópica sobre soluções ácidas e soluções básicas.

O material utilizado foi de baixo custo de forma a alinhar a problematização com o experimento. As flores foram maceradas com o uso do gral e o pistilo em meio aquoso e em meio alcoólico. A partir daí eles realizaram a indicação nas soluções ácidas e nas soluções alcalinas. Os alunos concluíram que o extrato em meio aquoso apresentava resultados mais satisfatórios. Além das flores citadas acima, também foram extraídos extratos da flor Jasmim do Caribe (*Plumeria pudica)* e do Cravo amarelo (*Tagetes erecta)*; estas, os alunos atestaram não servirem como indicadores de ácidos e bases.

A motivação adquirida pelos alunos após a atividade experimental na realização de um experimento contextualizado foi importante no processo de ensino aprendizagem da Química. Fehlberg et al (2014), por sua vez, afirmam que a experimentação torna o aluno protagonista do conhecimento, obviamente, se forem abertas oportunidades de

explicitação, problematização e ressignificação de suas ideias.

Um aspecto importante da estratégia utilizada nessa atividade experimental consiste no uso de materiais de fácil acesso para o estudo do caráter ácido ou alcalino das substâncias. Essa alternativa pode ser bastante útil quando não há disponibilidade de espaços de laboratório didático nas escolas, ou quando não se dispõe dos de tradicionais indicadores ácido-base como fenolftaleína, alaranjado de metila, azul de bromotimol, entre outros.

3.2.1 Os mistérios do pH da cebola

O quarto encontro contou com mais uma aula experimental mediada por uma problematização com a finalidade de analisar a percepção dos alunos em relação as mudanças do pH da cebola e os fatores que influenciam nas alterações de seu pH.

Joana foi ao médico porque sentia um incômodo estomacal e foi diagnosticada com gastrite. Ao chegar em casa lhe sugeriram não comer cebola porque é muito ácida. Seria possível diminuir a acidez da cebola? Caso seja positiva essa afirmação qual seria o melhor procedimento a ser tomado para que Joana possa comer a cebola sem medo de prejudicar a sua saúde

Quadro 05 – Problematização da Prática "Os mistérios do pH da cebola"

Fonte: Própria do autor (2019)

A Figura abaixo mostra a indicação de extratos de cebola em duas temperaturas diferentes e indicados com o extrato do Trevo roxo *(Oxalis triangularis atropurpurea)*.



Figura 05 – Teste da indicação no extrato da cebola

Fonte: Própria do autor (2019)

O tubo de ensaio com o líquido com um tom de vermelho mais intenso corresponde ao extrato da cebola cozida a 50ºC e o tom mais claro corresponde aos extratos da cebola em temperatura ambiente. De acordo com os experimentos realizados pelos alunos os tons mais avermelhados caracterizam soluções ácidas. Os alunos concluíram que a mudança da coloração seria devido a mudança da temperatura, assim os alunos vão entendendo que o valor do pH depende da temperatura que a solução se encontra.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relato de pesquisa aqui apresentado buscou destacar resultados do desenvolvimento de uma proposta de intervenção didática orientada a abordagem de conceitos de ácidos e bases por meio de atividades diversificadas, envolvendo experimentação, problemas, trabalho em grupo, dentre outras estratégias. A relação dos conteúdos disciplinares com elementos contextuais do campo técnico-profissional alimentar possibilitou a emergência de ideias e significados sobre conceitos químicos, especificamente aqueles relacionados ao conteúdo de ácidos e bases, contribuindo para motivá-los pelo interesse da disciplina por parte dos alunos, aumentar a interação aluno-professor e, consequentemente obter, melhores resultados de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, H. L.S. et al. Experimentação no Ensino de química com indicadores naturais de pH. 3º ELPED. 4º ELICIPIBIB. Ciclo Revista: Experiências em Formação no IF Goiano, Rio Verde: Ciclo Revista. v. 3, 2018.

COSTA, T.S. et al. A corrosão na abordagem da cinética química. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 31-34, 2005.

COUTINHO, M. E. C. P et al. Indicadores de pH a partir das flores das espécies Macroptilium atropurpureum, Centrosema brasilianum e Ipomoea asrifolia. 4ª SEMANA DE QUÍMICA – IFRN. p. 93-96, 2016.

CRUZ NETO, BF. BENEFÍCIOS DA ÁGUA COM pH ALCALINO: Saúde ou doença, você decide. **Educação, Tecnologia e Cultura - E.T.C.**, [S.l.], n. 14, 2016. Disponível em: https://publicacoes.ifba.edu.br/index.php/etc/article/view/8. Acesso em: 06 set. 2020.

FEHLBERG *et al.* Investigando os alimentos: uma proposta de trabalho visando o desenvolvimento de competências por meio de experimentação. 34º EDEQ, **Inovação no ensino de química**, Universidade de Santa Cruz do Sul. p. 508-515, 2014.

FINGER, I.; BEDIN, E. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 8-24, 2019.

GOI, M. E, J.; SANTOS, F.M.T. Resolução de Problemas e Atividades Experimentais no Ensino de química. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008, Curitiba. **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**: Curitiba, UFPR/DQ. v 1, Curitiba. p 01-08, 2008.

LESSA, E. et al. A importância da contextualização para a aprendizagem significativa do tema pH. Movimentos curriculares da educação química: o permanente e o transitório. 33º EDEQ, 2013.

LISBOA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova Na Escola**, v. 37 n 2, 198-202, 2015.

MOTA, T. C., CLEOPHAS, M. G. Proposta para o Ensino de Química Utilizando a Planta Pterodonabruptus (Moric.) Benth. como Indicador Natural de pH**. Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 5, p. 1353-1369, 2014. Disponível em: http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/730. Acesso: 10. jun. 2020.

NEVES A. N. et al. Interpretação de Rótulos de Alimentos no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 31. n. 1. p. 34-39, 2009.

OLIVEIRA, A. M., **Concepções alternativas de estudantes do ensino médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso**. 2008. 71f. Dissertação de mestrado em educação em ciências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2008.

PEREIRA, A. S. et al. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. **Educação em ponto de vista**, v.1, n.2, p. 135-148. 2017.

PEREIRA, W. S.; FERNANDES, J. C. O Ensino de pH contextualizado com Microbiologia. **58º Encontro Brasileiro de química**. São Luís/MA, 2018.

SILVA, C.M. A., GUERRA, A. C. O. “pHQuim”: Uma abordagem lúdica do tema pH. **Revista de educação, ciências e matemática**. v.8 n.3, 2018.

CAPÍTULO 4

A UTILIZAÇÃO DO "JOGO DAS ASSOCIAÇÕES" NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA DO CONTEÚDO FUNÇÕES ORGÂNICAS ENVOLVENDO MEDICAMENTOS

Data de aceite: 01/06/2021

Alex Batista Oliveira Cardoso
Faculdade Pio Décimo – Aracaju Sergipe
http://lattes.cnpq.br/1740824411713018

Ana Angélica dos Santos Faro
Faculdade Pio Décimo – Aracaju Sergipe
http://lattes.cnpq.br/9476158864341318
Orcid:0000-0001-6985-4352

Éverton da Paz Santos
Escola SENAI "Luiz Pagliato"
Sorocaba-São Paulo
http://lattes.cnpq.br/4676887305070496
https://orcid.org/0000-0002-2078-2623

Givanildo Batista da Silva
Secretaria de Estado da Educação de Sergipe– SEED/SE CENTRO DE EXCELÊNCIA JOSÉ ROLLEMBERG LEITE – Aracaju Sergipe
http://lattes.cnpq.br/4290223336455538

Eric Fabiano Sartorato de Oliveira
Colégio Brigadeiro Newton Braga – Rio de Janeiro - RJ
http://lattes.cnpq.br/1511479423489705
https://orcid.org/0000-0002-6691-3027

Andreza Cristina da Silva Andrade
Secretaria de Estado da Educação de Sergipe– SEED/SE. CENTRO DE EXCELÊNCIA JOSÉ ROLLEMBERG LEITE - Aracaju Sergipe
http://lattes.cnpq.br/8962263971938445
https://orcid.org/0000-0002-1120-5795

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo apresentar resultados de uma abordagem contextualizada sobre *o* uso de medicamentos no ensino de química, a partir do conteúdo "Funções Orgânicas", aplicada numa turma da 3ª série do Ensino Médio, durante a realização do estágio supervisionado em química. Para esta proposta, foi levado em consideração a análise e leitura de rótulos/bulas de remédios, princípio ativo e as recomendações da ANVISA sobre o uso de medicamentos encontrados no cotidiano dos alunos, e aplicação do "jogo das associações" para contextualizar a unidade didática como forma de avaliação. O resultado alcançado contribui para melhor compreensão do conteúdo, além disso, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer o princípio ativo dos medicamentos estudados e noções sobre a legislação da ANVISA, o que instigou o interesse para aquisição de novos conhecimentos, não apenas brincando, mas principalmente aprendendo de forma prazerosa.

PALAVRAS - CHAVE: Funções Orgânicas, Bulas de Remédios, Contextualização.

ABSTRACT: The present work aims to present results of a contextualized approach on the use of medicines in chemistry teaching, from the content "Organic Functions", applied in a class of the 3rd grade of high school, during the supervised internship in chemistry. For this proposal, the analysis and reading of labels/medicine leaflets, active ingredient and ANVISA recommendations on the use of medicines found in the daily life of students was taken into account, and the application of the "game of associations" to

contextualize the didactic unit as a form of evaluation. The result achieved contributes to a better understanding of the content, in addition, the students had the opportunity to know the active ingredient of the drugs studied and understanding son of ANVISA legislation, which instigated the interest to acquire new knowledge, not only playing, but mainly learning in a pleasurable way.
KEYWORDS: Organic Functions, Medicine Leaflets, Contextualization.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química deve proporcionar tanto a produção de conhecimentos químicos quanto um olhar crítico sobre a sociedade, conforme descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Nesta perspectiva, os professores devem ter como prática a busca de metodologias e recursos que aprimorem o ato de ensinar, bem como o de aprender do discente. De acordo com os PCNEM (2002, p. 87):

> Deve-se considerar ainda a importância, na organização das práticas do ensino, de se levar em conta a visão de que o conhecimento químico é uma construção humana histórica e específica, o qual, sendo objeto de sistemáticos processos de produção e reconstrução sociocultural, vem sendo recontextualizado e usado, com significados ora mais ora menos estabilizados, mediante o uso de linguagens e modelos próprios, em contextos diversificados.

A não relação dos conteúdos com o cotidiano se refletem em assuntos como Funções Orgânicas, em que a memorização de nomes extensos, símbolos e estruturas são inevitáveis, causando uma baixa aceitação por parte dos alunos e, consequentemente, índices insatisfatórios de rendimento na disciplina.

Apesar do uso de diferentes formas de ensinar, ainda pode ser verificado que muitos alunos adquirem uma visão restrita do mundo. Deste modo, acreditamos que a contextualização de conteúdos químicos pode ser utilizada como uma ferramenta facilitadora no ensino, uma vez que pode minimizar a fragmentação dos conteúdos, além de contribuir para a formação do aluno como cidadão crítico e pensante. Nesta perspectiva, a abordagem da Química através do uso de medicamentos é uma forma de contextualizar o conteúdo Funções Orgânicas, por meio da aplicação do “Jogo das Associações” durante a realização do Estágio Supervisionado em Química.

Um fator determinante para realização da atividade foi à questão do uso da memorização na abordagem deste conteúdo, uma vez que, contraponto esta visão, o ideal é que as atividades lúdicas não levem à memorização dos assuntos, mas que induzam o aluno a raciocinar e a refletir, contribuindo para o desenvolvimento cognoscitivo e motivando os alunos para as aulas de Química. Na concepção de Moyles (2002, p.21):

> Os jogos educativos promovem situações de ensino-aprendizagem e aumentam a construção do conhecimento, introduzindo atividades lúdicas

> e prazerosas, desenvolvendo a capacidade de iniciação e ação ativa e motivadora. A estimulação, a variedade, o interesse, a concentração e a motivação são igualmente proporcionados pela situação lúdica.

Independente da adoção de práticas educativas utilizadas, os professores precisam estar cientes de que atividades lúdicas são necessárias e que trazem enormes contribuições para o desenvolvimento da habilidade de aprender e pensar. Desta forma, o jogo pode ser visto como, resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social, um sistema de regras e um objeto. Zanon, Silva Guerreiro e Oliveira (2008, p.78), defendem a ideia de que os jogos poderiam merecer um espaço na prática pedagógica dos professores por ser uma estratégia motivante e que agrega aprendizagem de conteúdo ao desenvolvimento de aspectos comportamentais saudáveis. Os autores afirmam ainda que o professor não pode se isolar do processo de ensino aprendizagem se tratando do jogo, mas assumir a posição de elemento integrante, ora como observador, juiz e organizador, ora como questionador, enriquecendo o jogo.

Neste mesmo contexto, Pazinato *et al* (2014) propõe uma nova abordagem para auxiliar os professores de Química na contextualização de suas aulas, utilizando a temática medicamentos para o ensino do conteúdo de funções orgânicas, a fim de contribuir com a formação cidadã dos alunos. Relacionar à temática medicamentos ao ensino de Funções Orgânicas é fundamental, uma vez que apresenta uma relação direta com a formação do conceito.

Ainda neste sentido, de acordo com a Agência Nacional em Vigilância sanitária - ANVISA (2012), medicamento é todo produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico. Os medicamentos são constituídos por diferentes princípios ativos (substâncias responsáveis pela ação farmacológica do medicamento) podem apresentar em sua estrutura grupos pertencentes às funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas. Grupo funcional é um grupo de átomos ligados ao esqueleto carbônico de uma molécula ou forma parte da cadeia (ATKINS e JONES, 2001; MCMURRY, 2005; SOLOMONS, 1996).

Partindo do pressuposto, como o professor pode refletir sobre sua prática docente e adotar uma metodologia de ensino que seja capaz de promover uma aprendizagem satisfatória? De que forma os conteúdos químicos ministrados em sala de aula podem influenciar na tomada de decisões e na capacidade crítica dos alunos?

Para entender estas e outras reflexões, é preciso retomar a questão do conhecimento de experiências pessoais vividas pelos alunos assim como pelo professor. Uma vez que durante a formação ainda como aluno de ensino Médio, foi observado que muitos professores abordavam o conteúdo da disciplina em sala de aula de forma específica e não conseguia relacionar com situações reais. Assim, este trabalho faz uma abordagem contextualizada sobre *o* uso de Medicamentos no Ensino de Química, a partir do conteúdo "Funções Orgânicas" aplicada numa turma da 3ªsérie do Ensino Médio. Levando em consideração

a análise e leitura de rótulos/bulas de remédios, princípio ativo e as recomendações da ANVISA sobre o uso de medicamentos encontrados no cotidiano dos alunos e aplicação do "Jogo das Associações", contextualizando a unidade didática como forma de avaliação.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho tem cunho qualitativo e quantitativo, a proposta foi desenvolvida inicialmente numa turma da 3ª série do Ensino Médio com 35 alunos, do Colégio Estadual Professor Hamilton Alves Rocha, situado no conjunto Eduardo Gomes, Bairro Rosa Elze - São Cristóvão/SE. O período de Estágio em que essa atividade foi desenvolvida aconteceu entre Setembro a Outubro de 2012, no total de 12 horas/aula. Inicialmente, foram ministradas aulas expositivas sobre a unidade didática Funções Orgânicas, como forma de revisão do conteúdo, em seguida foi aplicado um questionário contendo 13 questões relacionadas aos temas Medicamentos e Ensino de Química, também foi levantado o perfil socioeconômico dos alunos, a fim de diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos e a sua relação com o tema a ser estudado.

Após esta etapa, foi solicitado aos alunos à realização de uma pesquisa sobre o uso de alguns medicamentos, as recomendações da ANVISA, e bulas de remédios utilizados no cotidiano para posteriormente serem discutidos em sala de aula. Os medicamentos foram: Ácido Ascórbico, Diclofenaco, Cloridrato de Ambroxol, Digluconato de Clorexidina, Lansoprazol, Paracetamol, Metildopa, Fosfato Sódico de Prednisolona, Aciclovir, Bromidrato de Fenoterol, Noretisterona, Meloxicam, Silvastatina, Albendazol, Benzidamina e Dipirona Sódica.

Em outro momento, foi discutida a presença dos grupos funcionais, em cada medicamento pesquisado, bem como o princípio ativo, a partir da seleção, análise e leitura de bulas dos remédios estudados, ressaltando as orientações e recomendações da legislação da ANVISA sobre medicamentos. Em seguida, a turma foi dividida em 03 grupos, sendo aplicado o "Jogo das Associações", como forma de avaliação da aprendizagem do conteúdo abordado, nesta etapa dos 35 alunos da turma, apenas 24 alunos participaram, o motivo da não participação foi exclusivamente terem faltado àquela aula. Após a realização do jogo, foi aplicado um questionário contendo 08 questões relacionadas ao conteúdo e o recurso utilizado.

CONTEXTO E MONTAGEM DO JOGO DAS ASSOCIAÇÕES

O "Jogo das Associações" foi elaborado pelo professor estagiário, autor do trabalho, durante a sua formação, com o intuito de contribuir com a confecção de materiais didáticos utilizáveis durante as aulas de estágio do curso. Os materiais utilizados na confecção foram: cartolina, folha de isopor, cola de isopor, cola de papel, papel ofício, folha EVA,

pincel atômico, tesoura, emborrachado.

O jogo apresenta uma série de cartas anexadas a uma tela contendo uma imagem da caixa do medicamento, e no seu verso uma estrutura representando um composto orgânico conforme a figura 01(A) a seguir: as cartas estão compreendidas numa distribuição de linhas e colunas sequenciadas nas linhas de A, B, C e D e nas colunas enumeradas 1, 2, 3 e 4. Como regra, um componente de cada grupo escolhe uma carta, e em seguida responde à pergunta contextualizada referente ao medicamento escolhido, conforme exemplo da figura 02(B) a seguir.

A) 

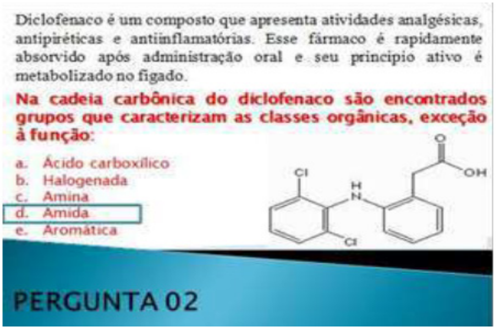
B) 

Figura 01: A) Quadro do "Jogo das Associações" com nomes dos medicamentos e estruturas com os grupos funcionais. B) Modelo de pergunta utilizada durante a aplicação do jogo.

Cada participante tem 5 minutos para responder corretamente às questões, associando "o remédio" ao grupo funcional correspondente na nomenclatura, caso respondesse errado, a pergunta passaria para outro grupo sucessivamente. Caso a pergunta circule por todos os grupos, e não seja respondida, a mesma será respondida e explicada pelo professor. Os componentes do grupo podem auxiliar cada representante no momento do jogo. O grupo vencedor é aquele que conseguir responder e acumular o maior número de associações corretas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos observou-se que os alunos afirmaram ter boa participação durante as aulas de Química, cerca de 86% participam ativamente das aulas, no entanto, apenas 6,7% demostram interesse futuro pela disciplina. Com relação a utilização de jogos nas aulas de Química, 100% dos alunos gostariam de ter, sendo que 60% deles afirmaram já ter participado de aulas com jogos.

Tratando-se da relação do conteúdo Funções Orgânicas com os medicamentos, 87% afirmaram que há uma relação do conteúdo com a temática, além disso 80% já haviam estudado o assunto, tornando-o favorável a aplicação do jogo. Entretanto, houve

contradições nas informações, pois, quando os alunos são questionados sobre o que é um princípio ativo, 73% afirmam ter conhecimento do que é um princípio ativo de um medicamento, porém, 73% dos alunos não tem o hábito de leitura de rótulos e bulas de remédios, o que seria primordial para entendimento do princípio ativo e composição química dos medicamentos.

Assim, percebe-se que há uma necessidade de fato de se utilizar uma ferramenta de ensino que evidencie as informações obtidas de modo que os alunos realmente possam compreender o que está sendo ensinado em sala de aula e associar com situações relacionadas ao seu cotidiano de forma construtiva. Durante a ministração das aulas houve a participação ativa dos alunos, desde a pesquisa realizada sobre o uso dos medicamentos até a discussão em sala de aula, conforme pode ser visto na figura 02. Sendo assim, possível a troca de informações, uma vez, que a temática despertou a curiosidade dos alunos na busca de novos conhecimentos relacionado o assunto com a temática em questão.

A)  B) 

Figuras 02: A) Interação dos alunos com o professor na explicação do "Jogo das Associações". B) Alunos participando do jogo.

Apesar de já terem estudado o assunto, muitos dos alunos ainda tiveram dificuldade em entender algumas nomenclaturas de compostos orgânicos, esta observação foi evidenciada durante a leitura dos rótulos e bulas dos remédios sendo necessário a intervenção do professor, a fim de orientar os discentes e recapitular o conteúdo antes da aplicação do jogo.

Durante a realização do jogo, houve a interação da turma, sendo notória a troca de ideias entre os componentes do grupo com intuito de responder corretamente à pergunta. A cada pergunta respondida os estudantes mostravam-se mais interessados em responder, visto que no momento em que o representante do grupo discutia o outro grupo já especulava a resposta. A cada pergunta selecionada e discutida, foi observado que quando o grupo

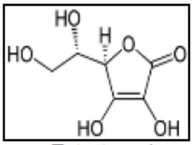
não sabia a resposta, uma sensação de indignação era perceptível nos componentes da equipe, além disso, ambos discutiam entre si antes de mencionar a resposta final.

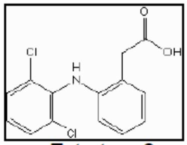
Como exemplo de discussão sobre a mediação e aplicação do jogo, é a Vitamina C, um dos princípios ativos de medicamento indicado para o fortalecimento do sistema imunológico, assim como na síntese de colágeno, de hormônios e de neurotransmissores é o ácido ascórbico ou vitamina C, também encontrado em frutas cítricas, cuja estrutura apresenta grupos pertencentes às funções álcool, enol e ácido carboxílico. Outros princípios ativos e seus principais grupos funcionais são encontrados nos quadros 01 e 02 a seguir:

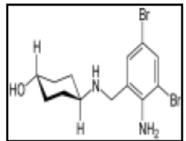
Quadro 1: Grupos funcionais encontrados em princípios ativos de medicamentos.

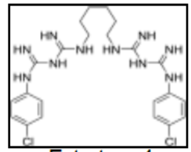
Composto	Princípio ativo	Ação farmacológica	Grupos Funcionais ##
Estrutura 1	Ácido ascórbico	Antioxidante e síntese de colágeno, hormônios e neurotransmissores.	Álcool, enol e ácido carboxílico.
Estrutura 2	Diclofenaco	Atividades analgésicas, antipiréticas e anti-inflamatórias.	Ácido carboxílico e amina
Estrutura 3	Cloridrato de Ambroxol	Estimular a síntese e a liberação do surfactante pulmonar, a fim de facilitar a expectoração e o alívio da tosse.	Álcool, amina
Estrutura 4	Digluconato de clorexidina	Antimicrobiana, antisséptico tópico e desinfetante.	Amina
Estrutura 5	Lansoprazol	Inibir da bomba de ácido ou bomba de prótons do estômago, bloqueando o passo final da secreção ácida.	Éter e amina
Estrutura 6	Paracetamol	Analgésico e antipirético.	Fenol e amida
Estrutura 7	Metildopa	Agente anti-hipertensivo.	Ácido carboxílico, fenol e amina.
Estrutura 8	Fosfato Sódico de Prednisolona	Ação contra processos inflamatórios.	Cetona e álcool
Estrutura 9	Herpesil	Indicado no tratamento de infecções na pele causadas pelo vírus Herpes Simplex.	Éter, álcool, amina e amida
Estrutura 10	Bromidrato de Fenoterol	Indicado no tratamento de broncoespasmo.	Fenol, amina e álcool.
Estrutura 11	Noretisterona	Inibir a ação da perda óssea pós-menopausa.	Cetona e álcool
Estrutura 12	Meloxicam	Tratamento de patologias inflamatórias dolorosas ou degenerativas do aparelho osteomioarticular, artrite reumatoide entre outras.	Enol, amina e amida
Estrutura 13	Sinvastatina	Agente hipocolesterolêmico.	Éster e álcool
Estrutura 14	Albendazol	Agente antihelmíntico usado no tratamento de infecções causadas por parasitas intestinais e giárdia.	Éster, amina e amida

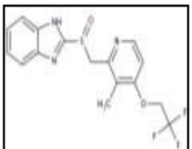
Quadro 02: Fórmulas estruturais dos princípios ativos encontrados nos medicamentos estudados.

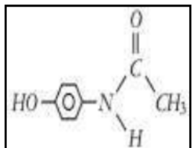

Estrutura 1

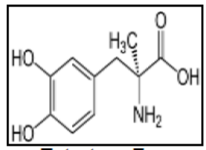

Estrutura 2

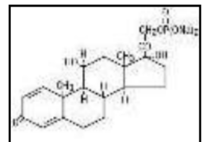

Estrutura 3

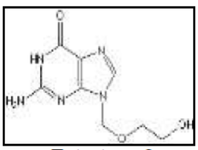

Estrutura 4

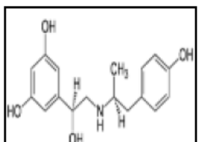

Estrutura 5

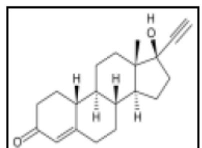

Estrutura 6

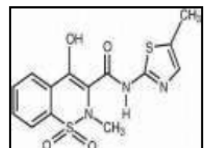

Estrutura 7

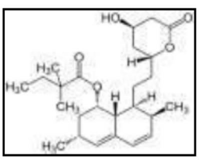

Estrutura 8

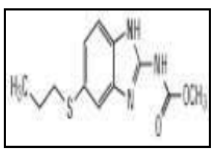

Estrutura 9

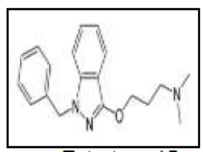

Estrutura 10

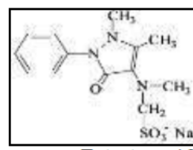

Estrutura 11


Estrutura 12


Estrutura 13


Estrutura 14


Estrutura 15


Estrutura 16

Após a aplicação do jogo os alunos foram questionados sobre a metodologia utilizada em sala de aula, de forma que avaliassem a aplicação do jogo e o conhecimento adquirido sobre o a relação das Funções Orgânicas com os medicamentos. Os resultados obtidos dos 24 alunos que participaram das aulas estão apresentados na forma de gráfico. Quando os alunos são questionados sobre o uso da metodologia aplicada em sala de aula conforme o gráfico 01, 14 alunos mencionaram o grau de bom, sendo que 9 acharam ótimo e 1 regular.

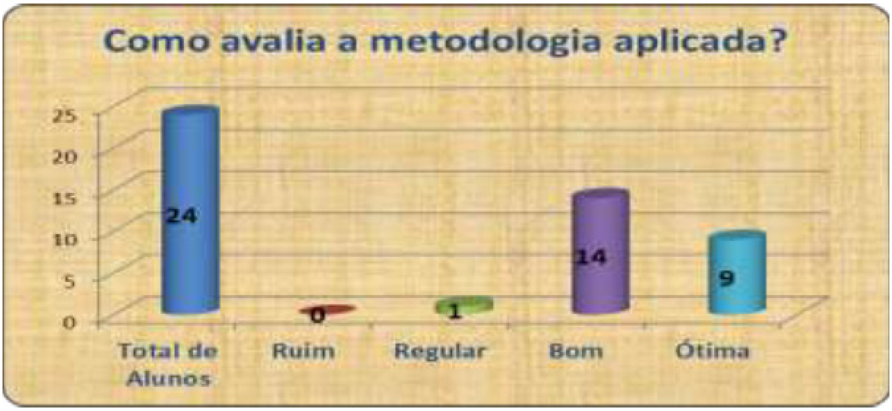


Gráfico 01: Como você avalia a metodologia aplicada?

Além disso, de forma unânime recomendaram o uso desta metodologia em outras disciplinas conforme mostra gráfico 02. O que está relacionado a forma dinâmica de se aprender o conteúdo. De acordo com o gráfico 03, também foi unânime a opinião dos alunos, afirmando que é possível associar a Química com o cotidiano.



Gráfico 02: Você recomendaria a aplicação desta metodologia em outras disciplinas?



Gráfico 03: Foi possível associar a Química ao cotidiano?

É importante ressaltar, que o professor em seu fazer pedagógico, não deve prender-se somente a uma única metodologia de ensino como recurso durante as aulas. Uma vez que, os jogos também podem apresentar algumas desvantagens como apontam Zanon, Silva Guerreiro e Oliveira (2008, p.79):

> E, quanto às desvantagens dos jogos, podemos citar outros exemplos: se mal utilizados, existe o perigo de dar um caráter puramente aleatório, tornando-se um "apêndice" em sala de aula; os alunos jogam e se sentem motivados apenas pelo jogo, sem saber por que jogam; se o professor não estiver preparado, o tempo utilizado com o jogo pode prejudicar o planejamento; criar as falsas concepções de que se devem ensinar todos os conceitos através de jogos; as aulas podem transformar-se em verdadeiros cassinos, tornando-se sem sentido para o aluno [...]

Faz-se necessário uma revisão e adaptação dos conceitos para serem ministrados de forma contextualizada durante as aulas, levando em consideração a realidade dos alunos como também a do professor. Na mesma perspectiva, afirmaram que o conteúdo Funções Orgânicas está associado aos medicamentos como mostra o gráfico 04.

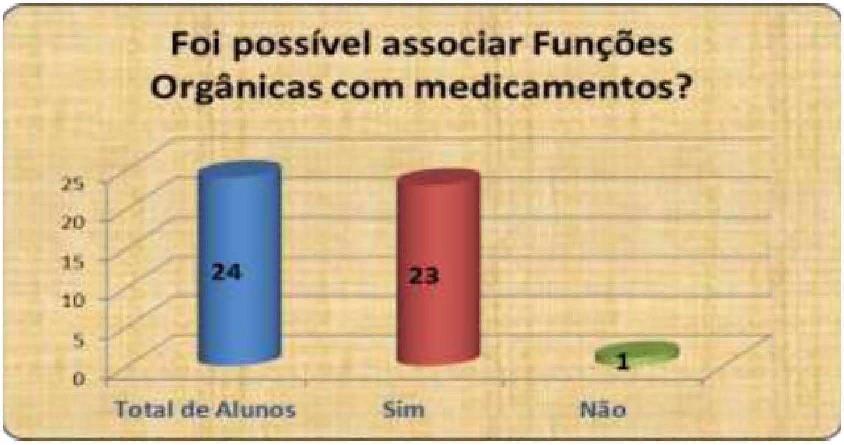


Gráfico 04: Foi possível associar as Funções Orgânicas com os medicamentos?

Quando os alunos são questionados sobre o conhecimento adquirido sobre a temática medicamentos considerando o princípio ativo, ANVISA e as Funções Orgânicas durante as aulas, 16 alunos acharam ótimo e 8 consideram o conhecimento obtido bom sobre os assuntos em questão conforme o gráfico 05.

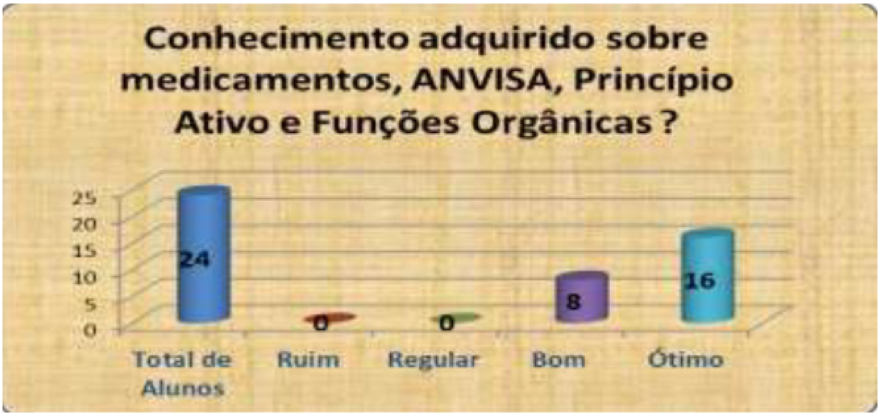


Gráfico 05: Como você avalia o conhecimento adquirido sobre medicamentos, ANVISA e as Funções Orgânicas?

Especificamente sobre o Jogo das Associações, quando os alunos são questionados, 14 alunos acharam o jogo ótimo e 8 consideraram o jogo como bom (Gráfico 06).



Gráfico 06: O que você achou do jogo utilizado?

É importante ressaltar que todos os alunos participaram de forma voluntária da atividade, e tiveram a oportunidade de discutir um tema relevante e significativo para suas vidas, correlacionando com conhecimentos químicos. Assim o caráter lúdico do jogo propiciou momentos intensos de interação, socialização e trabalho em equipe a fim de respondessem, corretamente, às questões propostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que a introdução de jogos e atividades lúdicas na prática educativa é de suma relevância, devido à influência que os mesmos exercem frente aos alunos, pois quando estão envolvidos no jogo, torna-se mais fácil e dinâmico o processo de ensino e aprendizagem. Pôde-se constatar que a valorização do lúdico no ensino de Química e de outras Ciências, bem como utilização aulas contextualizadas, apresenta um resultado satisfatório, no tocante ao aprendizado, independentemente do nível intelectual dos alunos.

Vale ressaltar que, além de conhecerem a relação das Funções Orgânicas com os medicamentos encontrados no cotidiano, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer o princípio ativo dos medicamentos estudados e noções sobre a legislação da ANVISA, o que instigou o interesse para aquisição de novos conhecimentos, não apenas brincando, mas principalmente aprendendo de forma prazerosa. Por este motivo, é importante que o educador em sua prática pedagógica sempre busque ferramentas que tornem as aulas mais interessantes e atrativas.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br. Acessado em: 17 de novembro de 2012.

ATKINS, P. e JONES, L. **Princípios de Química - questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

MCMURRY, J. **Química Orgânica**, v.1. Trad. 6 ed. Norte-americana. São Paulo:Pioneira Thomson Learning, 2005.

MOYLES, J. R. **Só brincar? O papel do brincar na educação infantil.** Tradução: Maria Adriana Veronese. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PAZINATO, M. S. et al. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Redes**, 2014.

SOLOMONS, T. W. G. **Química Orgânica**. Trad. H. Macedo. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996.

ZANON, D. A. V.; SILVA GUERREIRO, M. A. da; OLIVEIRA, R. C. de. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências e Cognição/Science and Cognition**, v. 13, n. 1, 2008.

CAPÍTULO 5

AS ATIVIDADES PRÁTICAS EM LABORATÓRIO E A FORMAÇÃO EM ENGENHARIA DE PETRÓLEO: A AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS POR MEIO DA EXPERIMENTAÇÃO

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 05/03/2021

Sérgio Allan Barbosa de Ornellas
Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/5614756784342271

Lucas Velloso Oliveira da Silva
Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
https://orcid.org/0000-0002-0510-7419

Geraldo de Souza Ferreira
Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/7737006660315245

Rogério Fernandes de Lacerda
Universidade Federal Fluminense
Niterói - Rio de Janeiro
http://lattes.cnpq.br/6122361176823712

RESUMO: O presente artigo tem o objetivo de mostrar a importância das práticas laboratoriais para a aquisição de competências necessárias à formação do engenheiro de petróleo. Para isso, são desenvolvidas atividades no âmbito da disciplina Laboratório em Engenharia de Petróleo, do Curso de Graduação em Engenharia de Petróleo da Universidade Federal Fluminense, de construção de um experimento no qual é simulado um fenômeno físico-químico real - a deposição de parafinas - que ocorre nos dutos dos sistemas produtivos de petróleo, em função da queda de temperatura no trajeto entre o reservatório, no subsolo, e a plataforma de petróleo, na superfície. O trabalho destaca as competências estabelecidas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia que são adquiridas com a realização das atividades laboratoriais. As associações entre os estudos teóricos realizados, o conhecimento dos problemas do mundo real e o saber prático-laboratorial desenvolvido propiciam, ao discente, oportunidades para consolidar potencial de coordenar, elaborar e planejar projetos de engenharia, além de torná-lo capaz de identificar, formular e resolver problemas da área, de modo que venha a se tornar um profissional bem qualificado.

PALAVRAS - CHAVE: Engenharia de Petróleo. Competências. Laboratório. Parafina. Ensino.

PRACTICAL ACTIVITIES IN LABORATORY AND THE FORMATION IN PETROLEUM ENGINEERING: ACQUISITION OF SKILLS THROUGH EXPERIMENTATION

ABSTRACT: This article aims to show the importance of laboratory practices for the acquisition of skills necessary for the formation of petroleum engineers. For this, activities are developed under the discipline Laboratory in Petroleum Engineering, of the Program of Petroleum Engineering at Universidade Federal Fluminense, to build an experiment in which a real physical-chemical phenomenon is simulated - the deposition of paraffins - that occurs in the pipelines of petroleum production systems, due to the temperature drop in the path between

the reservoir, underground, and the petroleum platform, on the surface. The work highlights the competencies established in the National Curriculum Guidelines for the Undergraduate Engineering Course that are acquired with the performance of laboratory activities. The associations between the theoretical studies carried out, the knowledge of real-world problems and the practical laboratory knowledge developed provide the student with opportunities to consolidate the potential to coordinate, elaborate and plan engineering projects, in addition to making him able to identify, formulate and solve problems in the area, so that it becomes a well qualified professional.
KEYWORDS: Petroleum Engineering. Skills. Laboratory. Paraffin. Teaching.

1 I INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos e consequente consolidação do aprendizado, as empresas buscam aprimorar as diversas técnicas relacionadas às atividades que executam. A indústria do petróleo, sobretudo, tem passado por mudanças expressivas, principalmente em virtude dos avanços associados à implementação da transformação digital e indústria 4.0. Com isso, empresas e instituições deste setor começaram a alavancar suas pesquisas com a finalidade de estar sempre um passo à frente, em um contexto de mercado competitivo, sujeito a mudanças, no qual é importante manter condições de crescimento.

Atualmente, entende-se que o profissional engenheiro não é apenas aquele que busca a resolução de problemas das formas mais variadas e inovadoras possíveis mas, também, como sendo um conhecedor estratégico de cada área de conhecimento. Com os contínuos e recentes avanços tecnológicos enfrentados no âmbito da indústria de óleo e gás, o engenheiro de petróleo tende a ser exigido em campos variados de suas especializações, necessitando aplicar toda sua carga de conhecimento e experiências acumulados durante sua carreira.

O cenário atual é de intensa atividade com novas pesquisas surgindo a cada dia e, assim, aquele profissional que estiver acompanhando tais mudanças continuará ganhando e adquirindo novos conhecimentos. O papel das empresas é investir nos seus funcionários, tornando-os capazes e detentores de raciocínios aprofundados e aptos a criar condições para buscar solucionar o que ainda se apresenta como inimaginável ou improvável. Concomitantemente, as instituições universitárias, responsáveis pela formação de futuros cidadãos e profissionais, são as responsáveis por disponibilizar insumos e subsídios ao discente para que ele consolide seu conhecimento e pensamento crítico, tendo maturidade na capacitação para o que o espera no mundo real. As universidades são o *locus* de oferta de mecanismos e incentivos que permitem aos jovens adquirir habilidades que serão almejadas pelas empresas no futuro. Desta forma, o investimento por parte das universidades em tecnologias que possibilitem introduzir o docente em um ambiente de aprendizado e aprimoramento de suas habilidades torna-se primordial.

Para o engenheiro de petróleo as coisas não são diferentes. O mercado nacional e

internacional de óleo e gás tem se tornado cada vez mais exigente em relação à formação demandada de seus profissionais engenheiros, que, além das competências e habilidades técnicas, vão desde o domínio de um segundo, ou até mesmo um terceiro idioma, até saberes relacionados à programação e lógica computacional, com conhecimento e aplicação prática dos *softwares* mais específicos e avançados. Dentre os muitos saberes dos quais as companhias esperam do profissional de petróleo, podemos ressaltar o entendimento e aplicação real dos conceitos aprendidos, durante o período acadêmico, em âmbitos laboratoriais, explorando as mais áreas da cadeia produtiva de petróleo, em sua fase *upstream*, desde a pesquisa e prospecção, exploração, perfuração de poços, até a fase *downstream*, envolvendo a produção e refino do hidrocarboneto.

As atividades de laboratórios possuem papel relevante para a formação de engenheiros para a indústria petrolífera, pois, permitem trazer para o âmbito acadêmico parcela da realidade a ser encontrada nas atividades nos campos petrolíferos, bem como as principais questões a ela associada, tais como interrupções no fluxo de petróleo em tubulações, como incrustações e formação, precipitação e deposição de parafinas.

Portanto, a existência de laboratórios, como locais específicos para estudo em engenharia de petróleo, é essencial para o domínio de fundamentos, conhecimento de mecanismos e processos, aprimoramento de técnicas e para estar a par das tecnologias que podem ser utilizadas. Os laboratórios propiciam também familiaridade com os equipamentos e utensílios com os quais o engenheiro vai estar em contato em sua vida profissional. Sendo assim, os laboratórios possuem um importante papel na formação e construção de um profissional que será capaz de atuar em diversos segmentos e terá base para analisar e estruturar problemas desde os mais simples até os mais complexos (FERREIRA, 2013).

O presente trabalho busca analisar a importância do uso de laboratórios na formação do aluno do curso de Engenharia de Petróleo, apontando, no contexto das atividades desenvolvidas para a simulação de um fenômeno real, a deposição e precipitação de parafinas, as principais competências adquiridas, tendo-se como base o artigo 4 da nova Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que atualizou as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia. Uma sólida aquisição de competências permite preparar o aluno para as situações e desafios que lhe serão propostos durante seu ciclo profissional, tornando-o apto a solucionar problemas enfrentados hoje pela indústria de petróleo.

2 | AS ATIVIDADES DE LABORATÓRIO EM ENGENHARIA DE PETRÓLEO E A FORMAÇÃO DOS ALUNOS-ENGENHEIROS

Conforme a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, existem competências e habilidades que o aluno deve desenvolver para tornar-se um profissional. O Dicionário

Aurélio salienta que competência se refere à detenção de profundo conhecimento específico acerca de determinado assunto, enquanto a habilidade se associa a um conjunto de qualificações para o exercício de uma atividade ou cargo (HOLANDA, 2008). A resolução torna obrigatória a existência de atividades de laboratório necessárias para o desenvolvimento de competências gerais e específicas, devendo o enfoque e intensidade das mesmas serem compatíveis com a habilitação ou ênfase do curso.

Esta Resolução define que o curso deve proporcionar aos egressos as seguintes competências gerais, que, no âmbito do escopo do presente trabalho, possuem íntima relação com as práticas laboratoriais: i. formular e conceber questões de engenharia, com capacidade adequada de observação e análise de necessidades dos usuários, concebendo soluções criativas, com uso de técnicas adequadas; ii. analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos, concebendo experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo; iii. conceber e projetar sistemas, produtos ou processos, com soluções criativas e viáveis e que possuam parâmetros construtivos e operacionais adequados; iv. implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia; v. comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica; vi. trabalhar e liderar equipes multidisciplinares; vii. conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão; viii. aprender de forma autônoma, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação.

Durante o período de formação do aluno de Engenharia de Petróleo é necessário que este entre em contato com situações práticas semelhantes àquelas que serão vivenciadas durante sua atuação na área de óleo e gás, não somente para que este esteja de acordo com as competências que lhe serão exigidas, mas para que também esteja apto a lidar com imprevistos inevitáveis.

Desta maneira, em consonância com a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, a disciplina Laboratório em Engenharia de Petróleo visa atender às exigências e necessidades necessárias para a formação do engenheiro, possibilitando a capacitação tanto teórica quanto pessoal em termos de engajamento, proatividade e planejamento frente à resolução de problemas.

O experimento descrito neste artigo, realizado no âmbito das atividades de laboratório, mostra como as atividades práticas contribuem para a formação do Engenheiro de Petróleo no enfrentamento de problemas do dia a dia do mundo do trabalho.

3 I PROBLEMAS RELEVANTES DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO

Desde o século XIX, com o início da corrida por fontes de energia para a nascente civilização industrial, o engenheiro de petróleo é o profissional responsável pela qualificação e quantificação das reservas de petróleo e pela obtenção do mesmo. Com o aprimoramento

de técnicas e ampliação do conhecimento sobre o negócio, este profissional é capaz de estimar e determinar a localização de ocorrências de petróleo em subsolo, dominar as técnicas e saberes necessários para a perfuração de poços com segurança para acesso a estes recursos, além de conhecer as técnicas necessárias para destinar o petróleo às unidades de tratamento e posterior produção de combustíveis.

Na fase *upstream* da cadeia produtiva, o principal problema são os *blowouts*, que podem ocorrer durante a perfuração de poços de petróleo e levar a acidentes muito sérios, como ocorreu recentemente, em 2010, no poço de Macondo, Golfo do México, nos Estados Unidos. O engenheiro de petróleo é responsável por lidar com a previsão e controle destes problemas, que são eventos decorrentes da entrada descontrolada de fluidos das rochas, em subsolo, para o poço que está sendo perfurado. (MOREIRA; D'ALMEIDA, 2018). Um *blowout* é um fluxo descontrolado de hidrocarbonetos, gás e água que saem do poço e geram danos ao meio ambiente, além de oferecer grande risco à vida dos funcionários (P&Q, 2017).

Outra questão importante com a qual os engenheiros se ocupam na indústria petrolífera é a emissão de gases poluentes oriundos da queima de combustíveis derivados do petróleo, que ocorre na fase *downstream* da cadeia produtiva. O arcabouço legal moderno estimula as empresas e seus respectivos engenheiros a buscar soluções para diminuir a emissão de gases poluentes, prejudiciais ao meio ambiente e à saúde (MARIANO, 2001).

Além destes problemas, há diversos outros desafios com os quais os engenheiros devem lidar no dia a dia do trabalho, em especial aqueles que ocorrem durante o processo de produção de petróleo. Dentre estes destacam-se a presença de fluidos corrosivos (ácido sulfúrico e gás carbônico) no petróleo, as incrustações inorgânicas e a precipitação e deposição de parafinas que ocorrem nas tubulações de produção e nos dutos que transportam o óleo e gás para armazenamento.

As incrustações e a deposição de parafinas diminuem o diâmetro interno dos tubos, diminuem o fluxo de petróleo e podem levar ao fechamento dos mesmos, gerando atrasos e prejuízos. Para sanar estes problemas é preciso parar o processo de produção de petróleo para consertar o duto transportador (VIDAL, 2015). Em alguns casos, deve ser feita a substituição total ou parcial dos dutos. Quando ainda existe fluxo no duto é possível utilizar raspadores mecânicos (PIGs) para remoção do material depositado nas paredes internas dos dutos.

O presente trabalho dá atenção aos fenômenos físicos e químicos associados ao processo de formação, precipitação e deposição da parafina, e mostra como a elaboração e construção de um modelo físico em laboratório que simula este fenômeno, possibilita a compreensão do mesmo e permite a aquisição de competências necessárias à formação do engenheiro, conforme o artigo 4 da Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019.

4 I A SIMULAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE PARAFINAS: UM EXPERIMENTO

O petróleo é um fluido orgânico complexo, que possui compostos químicos com cadeias orgânicas constituídas com desde um átomo de carbono (gás metano) até cadeias muito pesadas, com até duas centenas de átomos de carbono. Desde o reservatório de petróleo, no subsolo, em profundidades superiores a 5000 metros, com pressões elevadas (em uma ordem de grandeza de 2000 atm) e alta temperatura (valores médios na faixa de 50ºC a 80ºC) até à superfície (pressão de 1 atm e temperatura na faixa de 25ºC), ocorrem diversos fenômenos físico-químicos durante o escoamento do petróleo no interior dos dutos, dentre os quais a formação, precipitação e deposição de parafinas.

As parafinas são hidrocarbonetos saturados lineares, ramificados ou cíclicos da família dos alcanos, que se cristalizam com a redução de temperatura no escoamento. Para lidar com problemas relacionados à parafina, os pesquisadores na indústria de petróleo procuram determinar a temperatura inicial de aparecimento de cristais (TIAC) de parafina. Para tal, são feitos experimentos com resfriamento controlado de amostras de petróleo. Em temperaturas de escoamento abaixo da TIAC ocorre um processo aglomerativo de cristais que levam à acumulação de depósitos nos sistemas de produção. Quanto menor for a temperatura abaixo da TIAC, mais intensa é a cristalização, e o petróleo se composta como um fluido viscoso e mesmo um gel.

O aparecimento de cristais de parafina no petróleo produzem os seguintes efeitos aos sistemas de produção: i. aumento da viscosidade do petróleo causado pela fase sólida dispersa formada, levando a aumento da perda de carga; ii. deposição gradativa das parafinas na parede da tubulação, reduzindo a seção transversal disponível ao escoamento e diminuindo a produção; e iii. gelificação do fluido durante as paradas de produção, o que demanda aumento de pressão para superar uma tensão limite de escoamento maior (GONÇALVES; MARQUES; OLIVEIRA, 2018).

4.1 Materiais

Para a realização do experimento foram utilizados equipamentos do Laboratório de Engenharia de Petróleo da UFF. A parafina foi simulada com o uso de velas. Foi utilizado petróleo do campo de Marlim para fazer as eventuais misturas. Usou-se também um termômetro para medir a temperatura do ponto de fluidez e de cristalização, bem como béquer, serpentina de metal, mangueira, suporte de madeira, banho ultratermostático, tubo de cobre e um aparelho para realizar banho-maria. Os pesos do béquer, da amostra de petróleo e da parafina, usados nos experimentos são mostrados na Tabela 1.

4.2 Procedimentos experimentais

4.2.1 Ponto de fluidez (experimento 1 - 5% de parafina)

O experimento para observação do ponto de fluidez foi realizado com uma amostra contendo 5% de parafina. Os passos realizados foram: i. foi pesado um béquer vazio, com adição no mesmo de uma quantidade de petróleo, posteriormente também pesada; ii. a parafina foi derretida, e adicionada, em uma quantidade correspondente a 5% da massa do petróleo, à amostra de petróleo, já previamente aquecida; iii. o petróleo e a parafina foram misturados e aquecidos em banho-maria até à temperatura de 90°C; iv. a amostra aquecida foi retirada do banho-maria e envolvida em uma manta térmica para evitar queda brusca de temperatura; v. um termômetro foi utilizado para monitorar a queda de temperatura da amostra e determinar o ponto de fluidez. A amostra foi observada e, quando o béquer pôde ser virado de ponta cabeça sem escoamento do fluido, o valor registrado no termômetro foi adotado como o ponto de fluidez da amostra. Dados relatados na Tabela 1 abaixo:

Item pesado	Peso (g)
Béquer vazio	49,7
Béquer + Petróleo	136,97
Petróleo	87,27
Parafina (5% do peso do óleo)	4,36
Béquer + Petróleo + Parafina	141,33

Tabela 1 - Itens pesados para medição do ponto de fluidez (5% de parafina)

Fonte – Elaboração dos autores

4.2.2 Deposição de parafina no tubo de cobre (experimento 2)

O sistema para a realização do experimento 2 foi composto de um termômetro (com escala de 0°C à 80°C), um banho hidrostático, um tubo de cobre de 10 cm de comprimento e um béquer contendo a amostra que foi utilizada no ensaio, conforme o aparato mostrado na Figura 1.

Em um béquer foi colocada a amostra de óleo, na qual foi feita a adição de uma massa de parafina conhecida, com posterior aquecimento até a temperatura de 50°C. Durante todo o experimento, o conteúdo do béquer foi mantido na temperatura de 50°C. A massa m1 do conjunto Béquer + Petróleo + Parafina alcançou o valor de 141,33 gramas (Tabela 1).

O tubo de cobre foi vinculado à parte de circulação do banho hidrostático, e deu-se início ao experimento, com água circulando à temperatura de 40°C. Em seguida, o tubo de cobre (que, também se encontra à temperatura de 40ºC, devido à troca de calor com

a água) foi mergulhado dentro do béquer, contendo a amostra de petróleo. Feito isso, o béquer foi retirado e pesado, ainda quente, obtendo-se um valor m2 de 137,55 gramas. O valor de 3,78 gramas - diferença entre m1=141,33 e m2=137,55 - representa o peso de petróleo que fica depositado no tubo de cobre, devido à tensão superficial. Esse valor deve ser identificado e levado em consideração para determinação dos valores corretos de petróleo depositado no tubo de cobre em função da variação de temperatura.



Figura 1 - Aparato com óleo e parafina

Fonte - Elaboração própria

Em seguida, é feito o seguinte procedimento: o tubo de cobre, à temperatura de 40ºC, é mergulhado no béquer (com óleo e parafina a 50ºC), por 10 minutos. Após esse tempo, o tubo é retirado e o béquer é pesado, obtendo-se m3 igual a 137,31gramas. A diferença entre o peso m2 e m3, igual a 0,83 gramas, representa o peso de petróleo com parafina, depositado no tudo de cobre neste intervalo de tempo de 10min. Após a medição, a temperatura da água do banho hidrostático, que passa no interior do tubo de cobre é reduzida em 3ºC, passando a ser de 37ºC. O tubo é inserido novamente no béquer, por 10 minutos e retirado a seguir. O peso do béquer é novamente registrado. Este procedimento é repetido até que a temperatura da água do banho hidrostático que circula pelo tubo de cobre chegue a 4ºC, valor correspondente à temperatura da água do mar em águas ultraprofundas. Nesta temperatura, já ao final do experimento, observa-se que o peso do petróleo depositado manteve-se constante, indicando que, toda a parafina presente no petróleo no béquer já havia sido depositada no tubo.

O aparato descrito e os procedimentos citados reproduzem e simulam por experimentação, o choque térmico que o petróleo produzido sofre no sistema produtivo, ao sair do poço produtor e entrar em dutos instalados no fundo do mar, em condições de água ultraprofundas à temperatura de 4ºC.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Ponto de fluidez (experimento 1 - 5% de parafina)

A mistura petróleo parafina foi aquecida até 90ºC e, após atingir esse valor, foi resfriada espontaneamente até alcançar o seu ponto de fluidez, que ficou em cerca de 26,3ºC. Os valores de cada amostra estão relatados na Tabela 1.

4.3.2 Deposição de parafina no tubo de cobre (experimento 2)

Pôde-se observar que, em certo momento, quando a temperatura da serpentina alcança os 4ºC, a quantidade de parafina depositada diminuiu drasticamente, revelando que a esta temperatura toda parafina adicionada já havia sido depositada na serpentina de metal.

Os dados e resultados são mostrados na Tabela 2, Figura 2 e Gráfico 1, a seguir:

Temperatura (ºC)	Quantidade de Parafina Depositada (g)	Quantidade de Óleo restante no Béquer (g)
40	0	137,55
37	0,83	137,31
34	0,91	137,23
31	1,01	137,13
28	1,3	136,84
25	1,56	136,58
22	1,87	136,27
19	2	136,14
16	2,11	136,03
13	2,27	135,87
10	3,03	135,11
7	3,39	134,22
4	3,58	133,08

Tabela 2 – Deposição de Parafina

Fonte – Elaboração dos autores



Figura 2 – Deposição de Parafina

Fonte – Elaboração dos autores

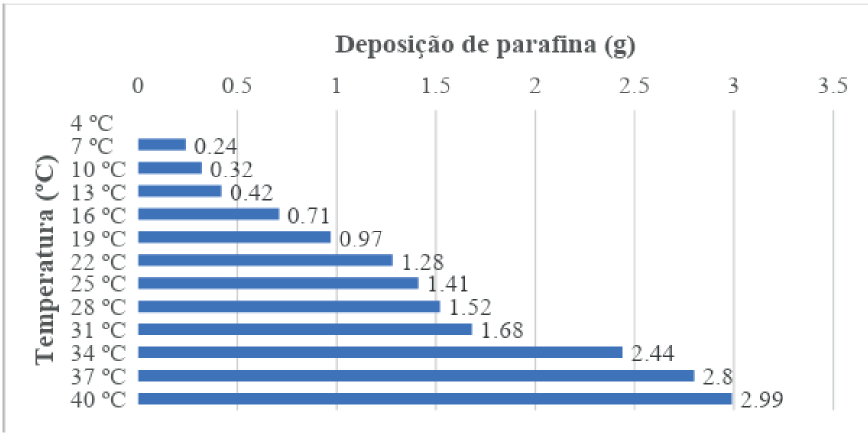


Gráfico 1 - Deposição de Parafina

Fonte: Elaboração dos autores

5 I A CONTRIBUIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO PARA A AQUISIÇÃO DE COMPETÊNCIAS DO ENGENHEIRO DE PETRÓLEO

A concepção e realização dos experimentos descritos para a modelagem da formação e deposição de parafinas envolveram diversos estudos dentre os quais podem ser citados:: investigação sobre a composição química do petróleo; compreensão do contexto e dos sistemas de transporte do mesmo, de um ambiente de alta temperatura e pressão no reservatório, em subsolo, à temperatura e pressão ambientes na superfície e o entendimento dos fenômenos físicos e químicos envolvendo a formação, precipitação e

deposição da parafina durante o escoamento do petróleo nos dutos.

As atividades e os procedimentos laboratoriais envolveram: elaboração de aparato técnico e de procedimentos metodológicos para simular experimentalmente a formação, precipitação e deposição da parafina; coletas de dados e informações durante a realização do experimento, bem como a documentação digital, fotográfica e tabulação dos mesmos.

Após a realização dos experimentos foi necessário compreender as principais variáveis e parâmetros associados às grandezas físicas envolvidas nos fenômenos em estudo, interpretar e compreender a metodologia e os resultados do experimento; realizar uma analogia entre os resultados do experimento e o fenômeno no mundo real.

As atividades desenvolvidas em estudos, pesquisas e no laboratório, permitem elaborar a Tabela 3, na qual constam as principais competências necessárias para a formação do engenheiro que são adquiridas, tendo como base a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019:

Competência geral adquirida	Meio/Experimento
I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia a) formular questões de engenharia concebendo soluções criativas;	Concepção do experimento
II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos: a) ser capaz de modelar os fenômenos físicos e químicos; b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos; c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo. d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas.	Concepção e realização do experimento/ Interpretação dos resultados do experimento
III - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica	Realização de relatório e apresentação na disciplina; Redação e apresentação deste artigo
IV - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares	Trabalho em equipe para a realização das atividades.
V - Aprender de forma autônoma	Buscar soluções para a construção do experimento

Tabela 3 - Competências potencialmente adquiridas pelas atividades laboratoriais desenvolvidas

Fonte – Elaboração dos autores

6 I CONCLUSÃO

A realização das atividades práticas na disciplina Laboratório de Engenharia de Petróleo são essenciais para o entendimento dos fenômenos que perpassam o mundo real,

possibilitando a aquisição e aprimoramento de competências pelos alunos, estimulando-os a serem criativos para desenvolver soluções adequadas à modelagem experimental de fenômenos do mundo real, por meio da busca de técnicas e ferramentas simples e de baixo custo.

A simulação de deposição de parafinas por meio de experimentos permite compreender que o fenômeno que toma lugar ao longo do sistema de produção de petróleo é bastante prejudicial ao transporte do óleo causando entupimentos, diminuição do fluxo e, em alguns casos, interrupção e parada de produção.

O experimento permitiu também compreender que, nas condições de elaboração do modelo, o decréscimo de temperatura é o principal fator responsável pela formação e precipitação da parafina. Portanto, para evitar os problemas citados anteriormente, a melhor solução é o isolamento térmico e eficiente da tubulação para que não haja choque térmico e cristalização da parafina, entre o reservatório e a superfície.

As experimentações contínuas feitas no laboratório permitem que o aluno adquira maior sensibilidade acerca da compreensão do fenômeno, o que não pode ser obtido somente com a leitura de livros e realização de pesquisas.

As atividades práticas possibilitam ao aluno capacidade de analisar resultados e de definir caminhos e procedimentos para que os objetivos sejam alcançados. Além disso, o discente é estimulado a assumir um pensamento crítico em casos em que o resultado não seja conforme o esperado.

A partir das informações coletadas e de toda a metodologia do experimento, pode-se concluir que é importante que as universidades invistam cada vez mais em oportunidades e tecnologias que desenvolvam as habilidades dos alunos do curso, permitindo que os mesmos adquiram e consolidem as competências descritas nas normas legais para os Cursos de Engenharia, sendo capazes de entender os problemas apresentados no mundo real e formular as respostas e soluções adequadas e criativas para os mesmos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de Abril de 2029; Edição: 80, Seção: 1, Página: 43.

Entenda o que é e como evitar o *kick* e *blowout*. P&Q Engenharia Jr. Disponível em: https://peqengenhariajr.com.br/entenda-o-que-e-o-kick-e-blowout/. Acesso em: 04 mar. 2020.

FERREIRA, G. S. **Projeto Político-Pedagógico do Curso de Graduação em Engenharia de Petróleo**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2013.

GONÇALVES, M. A. L.; MARQUES, L. C. C; OLIVEIRA, M. C. K. **Fundamentos de Garantia de Escoamento**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2018.

HOLANDA, A. B. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. São Paulo: Editora Positivo, 2010.

MARIANO, J. B.. **Impactos Ambientais do Refino de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência 2001.

MOREIRA, J. F. M.; D'ALMEIDA, A. L.. Indústria de petróleo e gás: acidentes relevantes no mundo. XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2018, Salvador. **Anais**. Bahia, p. 1-8. 2018.

VIDAL, L. A. **Estudo sobre as incrustações inorgânicas nos campos de petróleo**. Trabalho (Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia Química e de Petróleo – Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2015.

CAPÍTULO 6

ATIVIDADES BASEADAS EM BIOINFORMÁTICA PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS DA VIDA: UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO BÁSICO

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 07/05/2020

Thiago Lipinski-Paes
Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar – SC
http://lattes.cnpq.br/2034374529960970

Hendrie Ferreira Nunes
Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar – SC
http://lattes.cnpq.br/8989619783283445

Camila Rodrigues França
Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar – SC
http://lattes.cnpq.br/4060995901915846

Jonathan Campos de Oliveira
Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar – SC
http://lattes.cnpq.br/4060995901915846

Renata Waleska de Sousa Pimenta
Instituto Federal de Santa Catarina, Gaspar – SC
http://lattes.cnpq.br/5768947252840034

RESUMO: A era tecnológica se expressa no campo educacional através de desafios e novas perspectivas. Com a utilização de novas tecnologias percebemos as possibilidades de inovação nas metodologias de ensino e aprendizagem, podendo gerar um melhor aproveitamento deste processo por parte dos estudantes. Além disso, os estudantes da educação básica são nativos digitais, ou seja, a utilização de tecnologias faz parte da constituição desses jovens enquanto sujeitos históricos. Assim, basear os processos educativos na utilização de tecnologias diferenciadas permite uma aproximação do ensino com o universo no qual os estudantes estão inseridos. Dessa maneira, o presente trabalho teve por finalidade a criação, aplicação e avaliação de procedimentos metodológicos orientados às aulas de química e biologia dos cursos técnicos integrados – baseando-se na interatividade provida pela bioinformática. O projeto visa contribuir para a formação integral dos alunos no que se refere à relação ensino e pesquisa, apresentando-os ferramentas científicas enquanto contribui para melhor rendimento no que tange ao processo de ensino-aprendizagem. Isso é feito por meio de *softwares* gratuitos orientados à área de bioinformática, os quais unificam diversas áreas do conhecimento e fazem uso de tecnologia digital demonstrando, de certa maneira, a relação entre o desenvolvimento tecnológico e científico, além de atuar como incentivo às áreas STHEM (*Science*, *Technology*, *Humanity*, *Engineering* and *Math*). Ademais, o trabalho visa contribuir também para a permanência e êxito de alunos nas instituições de ensino.

PALAVRAS - CHAVE: Bioinformática. Ensino. STHEM. Proteínas. Filogenia.

BIOINFORMATICS-BASED ACTIVITIES FOR LIFE SCIENCES TEACHING-LEARNING PROCESS OPTIMIZATION: A CASE STUDY IN SECONDARY EDUCATION AND HIGH SCHOOL

ABSTRACT: The age of technology is expressed in the educational field through challenges and new perspectives. With the use of new technologies, we realize the possibilities of innovation in teaching and learning methodologies, which can better use this process by students. In addition, basic education students are digital natives, that is, the use of technologies is part of the constitution of these young people as historical subjects. Thus, basing the educational processes on the use of differentiated technologies allows an approximation of teaching with the universe in which the students are inserted. In this way, the present work aimed at creating, applying, and evaluating methodological procedures oriented to the chemistry and biology classes of the integrated technical courses - based on the interactivity provided by bioinformatics. The project aims to contribute to the integral training of students concerning the relationship between teaching and research, presenting them with scientific tools while contributing to better performance in terms of the teaching-learning process. This is done through free software oriented to the bioinformatics area, which unifies several areas of knowledge and uses digital technology, demonstrating, in a certain way, the relationship between technological and scientific development and acting as an incentive to the STHEM areas. (Science, Technology, Humanity, Engineering, and Math). In addition, the work also aims to contribute to the permanence and success of students in educational institutions.
KEYWORDS: Bioinformatics. Teaching. STHEM. Proteins. Phylogeny.

1 I INTRODUÇÃO

Nossas vidas são, cada vez mais, afetadas pelos avanços científicos e da tecnologia digital, desde atividades corriqueiras como navegar na internet, pagar contas ou acessa a previsão do tempo, até discussões mais profundas como, por exemplo, alimentos geneticamente modificados, clonagem ou células-tronco. Além disso, com a explosão da era digital, vemos nossos alunos seguidamente imersos neste universo, o que pode muitas vezes gerar transtornos (AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION, 2015). Por tais motivos, é imperativo que forneçamos a nossos alunos uma formação que os faça entender melhor o mundo em que vivem e como toda essa tecnologia pode ser utilizada de forma a beneficiá-los. Uma maneira de fazer isso é inserirmos tais jovens no universo científico. No entanto, nas Universidades, temos presenciado o encolhimento no número de estudantes interessados em Ciências (ROCARD et al., 2007), algo que iniciativas orientadas a Ciência, Tecnologia, Humanidades, Engenharia e Matemática (STHEM, em inglês: *Science*, *Technology*, *Humanity*, *Engineering and Mathematics*) tem buscado inverter, muitas vezes com sucesso na Europa e Estados Unidos (KANG, 2012; KEARNEY, 2016).

Um estudo recente apontou que novas grades curriculares e novos métodos de ensino, mais atrativos, parecem contribuir para o crescimento do interesse dos alunos. Além disso, existe uma grande relação entre nossos professores do ensino médio e nossas

opções de carreira. Fica evidente então, o impacto possível quando um docente que leciona para o Ensino Médio opta por estabelecer processos de ensino-aprendizado pautados na utilização de novas tecnologias de ensino. Além disso, já é sabido que a abordagem tradicional de ensino centrada no professor vem enfrentando desafios sem precedentes, como por exemplo competir com os aplicativos de celular. Os indivíduos nascidos a partir da metade dos anos 1990, hoje alunos chamados de "Geração Digital" ou "Geração Z", cresceram cercados de tecnologia, como destacam Veen e Vrakking (2006 apud ROCHA; MATOS, 2013),

> [...] usando múltiplos recursos tecnológicos desse a infância: o controle remoto da televisão, o mouse do computador, o minidisc e, mais recentemente, o telefone celular, o iPod e o aparelho de mp3. Esses recursos permitiram às crianças de hoje ter controle sobre o fluxo de informações, lidar com informações descontinuadas e com a sobrecarga de informações, mesclar comunidades virtuais e reais, comunicarem-se e colaborarem em rede, de acordo com as suas necessidades.

Sendo o ensino algo que é dependente do indivíduo e esse dependente do meio em que está inserido, é evidente que não se pode ignorar a tecnologia quando da lida com processos de ensino-aprendizagem. Destaca-se, no entanto, que cuidados devem ser tomados para que não se aplique uma visão meramente tecnicista, de acordo com Rezende (2002, p. 2), confiando "[...] à tecnologia educacional a renovação da educação". Não sendo indicado, então, que se limite a aplicação de tecnologia ao que o autor chama de "vestir o velho com roupa nova", referindo-se aos "[...] livros eletrônicos, tutoriais multimídia e cursos a distância disponíveis na Internet, que não incorporam nada de novo no que se refere à concepção do processo de ensino-aprendizagem" (REZENDE, 2002, p 2).

Tudo isso converge para o ponto de que é preciso, em sala de aula, reconhecer a necessidade de transpor, respeitando o tempo de cada profissional docente, o ensino tradicional (abordagem dedutiva) centrado no professor para um ensino diferente, centrado naquele que aprende (abordagem indutiva) e baseado na observação, experimentação e na condução por parte do professor para a construção do conhecimento por parte dos alunos. Desse modo, fica a indagação: É possível utilizar ferramentas tecnológicas gratuitas em conjunto de roteiros estruturados de aula com a finalidade de possibilitar aulas interativas e que motivem o aluno a ponto de promover bons resultados de aprendizagem?

Este trabalho visa contribuir para o assunto, inserindo o aluno em uma noção de aprendizado e ciência que, além de agregar disciplinas, agrega também tecnologia, problemas e aprendizagem baseada em casos. Pretende-se promover assim não apenas melhor aproveitamento de conteúdo, como também, por meio do contato com bases de dados científicos, aprofundamento das próprias ideias sobre o que vem a ser ciência (conceitos científicos) e os conceitos que a dirigem (processos, práticas e pensamento crítico).

Bioinformática é uma disciplina de intersecção entre biologia, informática, ciência da informação, matemática e em certa medida também química e física. Tal disciplina ou área de atuação científica desenvolveu-se em resposta aos tipos e relacionamentos de dados cada vez mais complexos na pesquisa biológica. Essa natureza interdisciplinar torna a bioinformática um quadro ideal para engajar estudantes do ensino médio, pois ilustra a interação entre diferentes áreas científicas, ao mesmo tempo em que toca muitos aspectos relevantes para as gerações mais jovens - saúde, meio ambiente, etc.

Assim sendo, o objetivo geral do trabalho foi o planejamento, desenvolvimento, aplicação e validação de roteiros estruturados de aulas baseados em TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem em disciplinas de Biologia e/ou Química de turmas do Ensino Fundamental 2 e Ensino Médio, por meio da utilização de *softwares* gratuitos de bioinformática. Como subproduto desse trabalho, foi criada uma base de dados virtual (repositório) de roteiros de aula disponibilizado à comunidade acadêmica de forma livre por meio da url <https://bitbucket.org/paestilha/bioinformatics-ifsc>.

Após mapeamento de softwares gratuitos, dois softwares foram escolhidos para a utilização durante a pesquisa: (i) MEGA X (KUMAR et al., 2018) e; (ii) PyMOL (DELANO, 2002), a serem utilizados para o trato dos assuntos filogenia e proteínas. Buscou-se a criação de roteiros que se provassem como benéficos aos alunos na tarefa de contribuir para o melhor entendimento acerca dos citados conteúdos programáticos e que fossem de simples aplicação para professores que buscassem replicar. Antes da aplicação dos roteiros, os alunos foram convidados a passarem por uma avaliação de conhecimentos acerca dos temas abordados pelas intervenções e, ao final das intervenções, nova avaliação de conhecimentos foi aplicada a fim de quantificar o quão efetiva foi a abordagem na contribuição para o processo de ensino-aprendizagem.

Quanto a resultados, para ambos roteiros os resultados mostraram-se promissores, demonstrando a efetividade da abordagem no cumprimento dos objetivos didáticos-pedagógicos. Ademais, a abordagem se mostrou, embora embrionária, um caminho interessante a ser seguido como alternativa ao *modus operandi* comum de trabalhar tais assuntos em sala e que, há tempos, vem sendo entendido como ineficaz junto à sociedade moderna composta por alunos das novas gerações.

Como consequência dos resultados obtidos, buscar-se-á, na continuidade deste trabalho, a ampliação do público alvo e o aperfeiçoamento das abordagens aqui propostas, a fim de em um futuro próximo de validar de forma mais ampla os resultados obtidos por este trabalho.

2 I FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Bioinformática

A bioinformática, segundo a definição submetida ao dicionário Oxford por Luscombe e colaboradores (LUSCOMBE; GREENBAUM; GERSTEIN, 2001) é:

> [...] (Molecular) bio - informática: o ato de conceituar a biologia em termos moleculares (no sentido da físico-química) e aplicar técnicas de informática, as quais derivam de disciplinas como matemática aplicada, ciências da computação e estatística, a fim de entender e organizar as informações associadas com essas moléculas em larga escala. Em resumo, a bioinformática é um sistema de informações gerenciais para a biologia molecular e possui muitas aplicações práticas.

Deste modo, podemos caracterizar a bioinformática como uma combinação entre biologia molecular e ciência da computação com o objetivo de organizar e interpretar informações biológicas em larga escala. De acordo com Wefer e Sheppard (2008, p. 1), quando abordando a disseminação da bioinformática, [...] a proliferação da bioinformática na biologia moderna marca uma revolução moderna na ciência a qual promete influenciar a educação científica em todos os níveis” (WEFER; SHEPPARD, 2008, p 1).

2.2 Trabalhos Relacionados

O grande potencial das ferramentas de bioinformática tem sido reconhecido por muitos autores. Como exemplo podemos citar a abordagem, baseada em *web*, orientada para o problema, que visa a introdução de estudantes à bioinformática (BOYLE, 2004), o uso de atividades bioinformática como forma de ensinar sobre evolução de espécies (ALEXANDRA MAIER, 2009) ou noções de polimorfismos no contexto da variação genética humana e doenças. A bioinformática também se integrou com atividades laboratoriais, como no projeto Cus-Mi-Bio (PAVESI et al., 2008), que inclui atividades de descoberta de genes. E na anotação de genoma de plantas (HACISALIHOGLU et al., 2008). Mais recentemente, atividades que visam a introdução de alunos do ensino médio na bioinformática também surgiram (ANDRADE, 2005; COOPER; MCGRAW; KHAZANCHI, 2017; FORM; LEWITTER, 2011; LEWITTER; BOURNE, 2011; MACHLUF et al., 2017; MACHLUF; YARDEN, 2013) e, como marco importante resultante de tais iniciativas, partir de 2012 nos Estados Unidos, um exercício relacionado à genética utilizando o chamado Alinhamento Local Básico, a ferramenta de pesquisa (BLAST) foi incluída no ensino médio de Biologia, no teste nacional (GALLAGHER et al., 2011). Outro trabalho importante é o realizado pelo Instituto Gulbenkian de Ciência, o qual trabalha com atividades de bioinformática orientada a alunos do ensino médio em Portugal (IGC, 2019). No Brasil, até o presente momento, poucos trabalhos vêm abordando o tema, embora se tenha conhecimento de uma iniciativa do Laboratório de Bioinformática, Modelagem e Simulação de Biossistemas da PUC-RS, o qual tratou de levar bioinformática a escolas de Porto Alegre, levantando os aspectos positivos e dificultosos da

prática (ANDRADE, 2005).

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho em questão é de caráter quantitativo e qualitativo, com objetivo exploratório, sendo um estudo de caso. Entrevistas com perguntas fechadas e abertas foram os instrumentos utilizados para coleta de dados. A metodologia do projeto baseou-se na elaboração de roteiros de atividades, visando a utilização de ferramentas de bioinformática e a exposição de problemas aos alunos dos cursos técnicos integrados do IFSC, câmpus Gaspar, fugindo do tradicional modelo de aulas centradas no professor e colocando em prática aulas interativas centradas no próprio aluno como protagonista do aprendizado. Para tornar viável a proposta de pesquisa, foram estabelecidas as ações através de etapas, sendo elas:

(1) estudo das ferramentas gratuitas de bioinformática existentes na internet e fazer o cruzamento das mesmas com os assuntos de interesse dos professores de disciplinas correlatas;

(2) estipulação do escopo das atividades e;

(3) desenvolvimento de roteiros de aula.

A fim de explicitar os procedimentos metodológicos seguidos pelo trabalho, apresenta-se na Figura 1 o projeto dividido em entradas e saídas.



Figura 1 - Visão geral do projeto em entradas e saídas. Inicialmente foi feita a pesquisa em bases de artigos e estudo de ementas de disciplinas relacionadas ao projeto, em seguida as ferramentas escolhidas foram exploradas para a criação de roteiros de aula.

Quanto à estratégia formativa, tais roteiros visam a aplicação de técnicas de aprendizagem ativa como: (i) análise e explicação de modelos (PETTY, 2009) e; (ii) aulas estruturadas no formato de perguntas (GUDWIN'S, [s.d.]). Análises quantitativas e qualitativas foram desenvolvidas a fim de avaliar os impactos das intervenções. As intervenções relacionadas a esse trabalho foram aplicadas junto aos alunos e professores do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Gaspar e em oficinas durante o período da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) 2018, contando com a presença de alunos da rede pública estadual. Estima-se ainda a verificação, por meio de experiência, da viabilidade de replicar o projeto (como trabalho futuro) expandindo-o a outros campi e outras escolas da rede pública.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ferramentas escolhidas

A partir da análise das ementas presentes no PPC (Projeto Pedagógico de Curso) dos cursos de ensino médio integrado em atividade no câmpus Gaspar (à época Informática e Química), a especificação dos assuntos abordados por cada roteiro foi feita levando em consideração as ferramentas encontradas em pesquisa sistemática simplificada, utilizando-se como palavra-chave composta a string: " "bioinformatics" AND "tool" " via PubMed (HUNTER; COHEN, 2006; LU, 2011) e Google Acadêmico (BROWN, 2017; GOOGLE, 2011) . O único filtro aplicado às ferramentas foi o de serem disponibilizadas gratuitamente (inclusas licenças para acadêmicos). Dessa forma, como resultado das citadas análises, foram escolhidas como melhor adaptadas ao proposto por este trabalho os seguintes softwares e tópicos de estudo:

4.1.1 Mega X

O MEGA está em sua versão X (Figura 2) e recebe seu acrônimo do nome *Molecular Evolutionary Genetics Analysis* (MEGA). O software implementa diversos métodos analíticos e ferramentas para trato com filo-genômica e filo-medicina. Possui duas interfaces (gráfica e linha de comando), sendo a gráfica a explorada por este trabalho, uma vez que se busca facilitar o uso pelos discentes. Além disso, o MEGA X é um software multi-plataforma, facilitando sua aplicação em trabalhos futuros (KUMAR et al., 2018).

4.1.2 PyMOL

O PyMOL (Figura 3) é um software com ênfase gráfica disponível para diversas plataformas. Seu principal intuito é o de prover visualização de alta qualidade para estudantes e pesquisadores. O software suporta representações gráficas de macromoléculas de diferentes tipos como: ligações, cilindros, esferas, *ball-and-stick*, superfícies moleculares,

backbone ribbons e *cartoon ribbons*. Além disso, a ferramenta conta com ferramentas simples para análise de distâncias, alinhamento de estruturas, cálculo de similaridade estrutural entre moléculas (*Root Mean Square Deviation ou RMSD).* Além disso, o software é bem adaptado para edições de moléculas (DELANO, 2002).

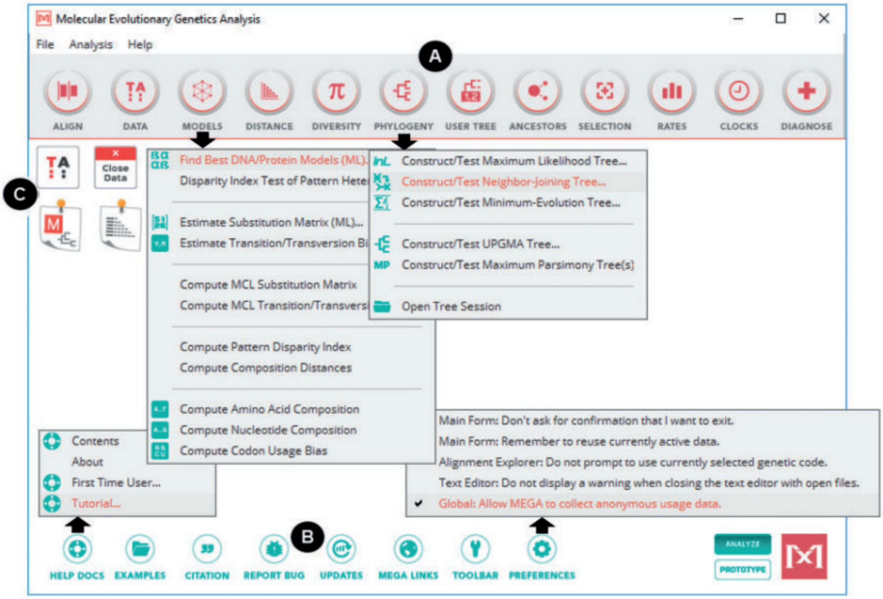


Figura 2 - Tela do MEGA X (A) Barra de ferramentas do topo, que organiza o ferramental de análises disponível no MEGA X via grupos lógicos acessados via menus do tipo drop-down (B) Barra de ferramentas de baixo, a qual provê acesso a funções úteis como arquivos de ajuda, exemplos e preferências. (C) Ícones no formulário principal, provê acesso aos dados de entrada e saída. Figura retirada de KUMAR et al. (2018).

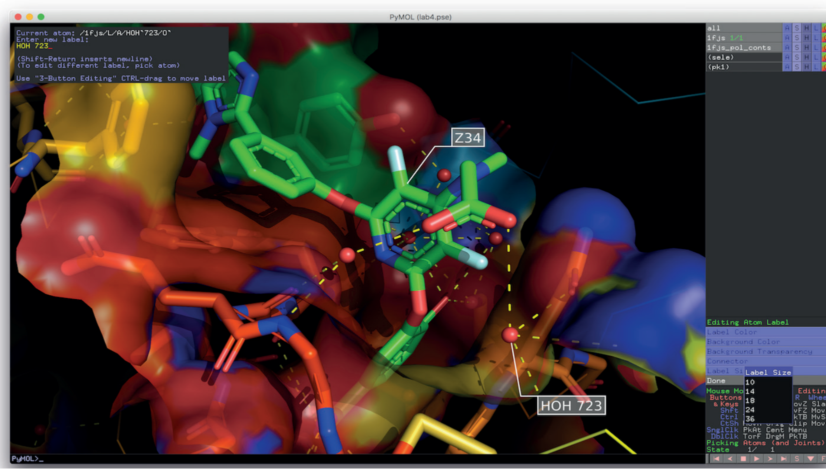


Figura 3 - Exemplo de tela do software PyMOL. Figura retirada de SCHRÖDINGER (2018).

4.2 Roteiros aplicados

Para cada uma das ferramentas apresentadas na seção anterior foi criado um roteiro de aula, a servir de apoio ao professor no momento da prática em sala de aula. Uma vez que tais roteiros são muito extensos para serem apresentados aqui, estes estão disponibilizados em adição a este volume escrito. Assim sendo, em <https://bitbucket.org/paestilha/bioinformatics-school/downloads/> estão listados os roteiros relacionados ao trabalho, contendo a soma dos procedimentos a serem realizados pelos alunos em cada etapa de suas práticas. Previamente ao início de cada roteiro, assim como ao final dos mesmos, os alunos foram orientados a responderem questionário online a fim de avaliar o processo de ensino-aprendizagem.

Abaixo serão descritos cada um dos roteiros, assim como os tópicos abordados por cada um, o público alvo, total de alunos alvo das intervenções e, por fim, as perguntas contidas nos questionários.

4.2.1 Roteiro 1: Aprendendo sobre filogenia com o MEGA X

Tópicos abordados: DNA e proteínas.

Recursos tecnológicos: Lab. de Informática; Datashow; Internet.

Público alvo: Alunos inscritos em oficina ofertada na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 2018. Alunos do 9º ano da Escola Estadual de Ensino Básico Zenaide Schmitt Costa.

Total de alunos: 35. **Duração**: 40 minutos.

Sobre o roteiro: Neste roteiro foram selecionadas sequencias de DNA oriundas de organismos diversos que possuem o mesmo gene, tais sequencias foram primeiramente obtidas, depois processadas e por fim analisadas a fim da geração de árvore filogenética.

O gene utilizado: O gene utilizado foi o ATP7A. Sobre a escolha das sequencias de RNA utilizadas, uma sequência de cDNA foi obtida através de uma busca no banco de dados GenBank do NCBI (National Center for Biotechnology Information) (CLARK et al., 2016) utilizando como parâmetro de busca o gene ATP7A. Após isso se utilizou a ferramenta BLAST (ALTSCHUL et al., 1990), a qual permite encontrar regiões de similaridade entre sequência biológicas (disponível em http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi). O parâmetro de entrada utilizado foi a sequência de um humano e foram selecionadas outras oito sequências codificadoras (CDS's) do gene ATP7A, chegando-se a um total de oito táxons.

Os táxons foram escolhidos empiricamente e estão relacionados a diversos tipos de animais como chimpanzé-comum, gorila-ocidental-das-terras-baixas, orangotango-de-sumatra, além de um lemuriforme e a espécie humana.

Questionário: Aqui apresentaremos as perguntas presentes no questionário utilizado com a finalidade de avaliar a aplicabilidade do roteiro. Os gráficos contendo as respostas para cada pergunta podem ser obtidos junto aos roteiros (repositório bitbucket).

- Q1 - Você sabe o que é Bioinformática?
- Q2 - O que é uma árvore Filogenética?
- Q3 - O que é um alinhamento de DNA?
- Q4 - Você conhece o software MEGA?
- Q5 - Qual dessas opções é uma árvore filogenética?

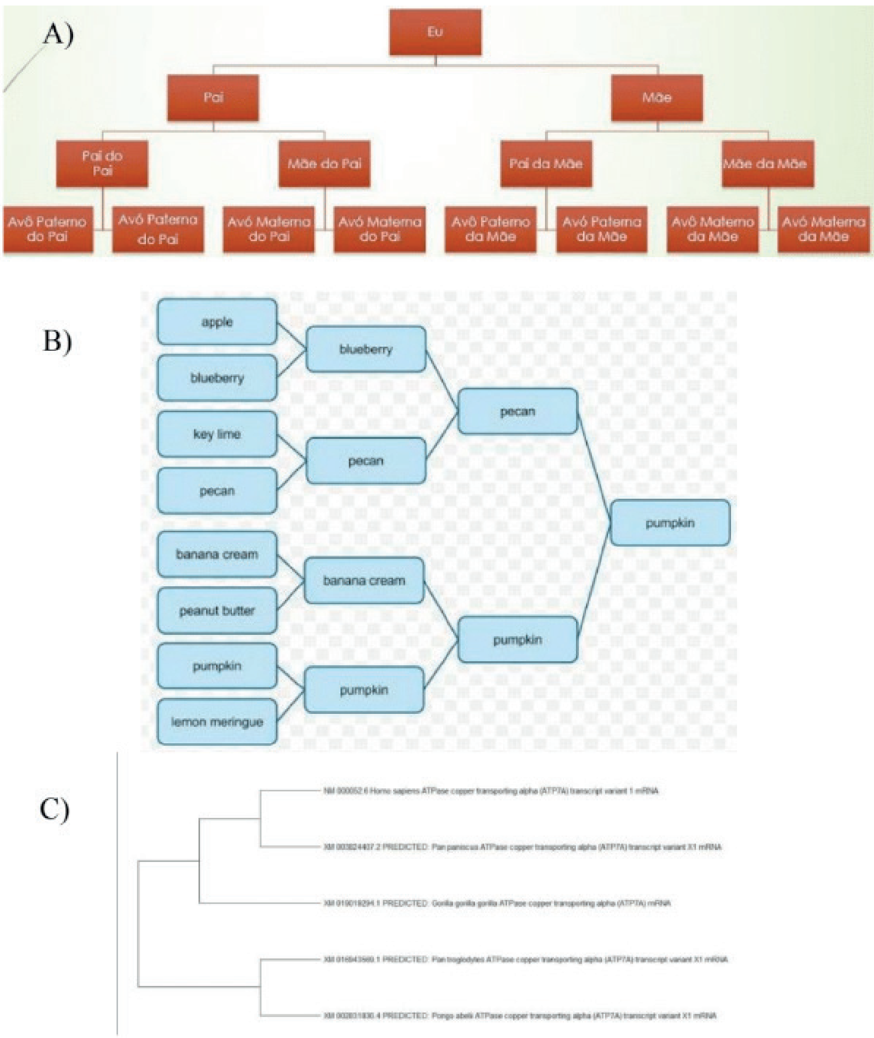


Figura 4 – Possíveis respostas da Questão 5 (Q5).

- Q6 - (ENEM-2017) A árvore filogenética representa uma hipótese evolutiva para a família Hominidae, na qual a sigla “m.a.” significa “milhões de anos atrás”. Considerando a filogenia representada, a maior similaridade genética será encontrada entre os seres humanos e:

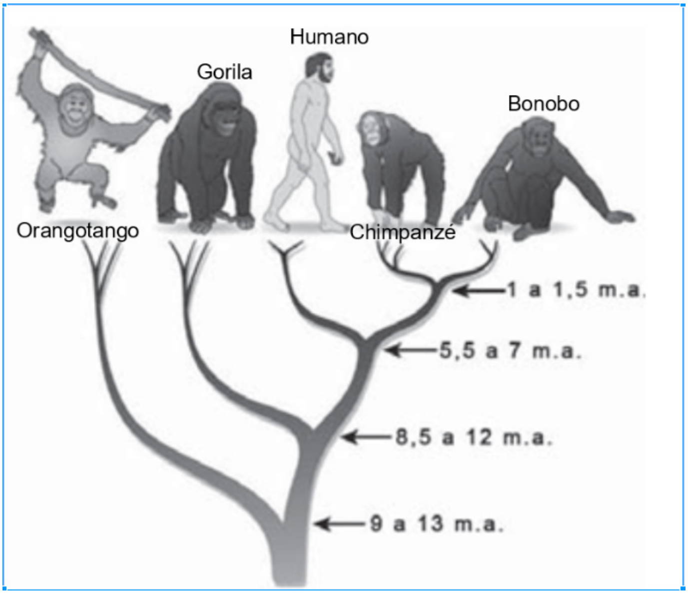


Figura 5 - Figura de apoio para a questão 6.

Análise: A partir das respostas dos alunos e das percepções do autor durante a aplicação dos roteiros, foi possível a elucidação de certos pontos. O questionário contou com 6 questões relativas ao conteúdo, todas objetivas, porém nem todas com alternativas entendidas como corretas, uma vez que parte das questões buscava extrair o perfil do aluno e suas percepções atuais e pós-prática acerca do assunto em foco. A primeira e a terceira questão (Q1 e Q4), em específico, diziam respeito à familiaridade do discente com a área da Bioinformática e com o software a ser utilizado. Assim sendo, conforme esperado, na etapa prévia à intervenção mais da metade dos alunos respondeu que não tinham conhecimento algum sobre o que vem a ser Bioinformática e tão pouco conheciam o referido software. Na etapa de perguntas pós-prática, no entanto e ainda conforme o esperado, mais de 85% dos alunos retornaram que, agora, possuíam conhecimento a respeito dos assuntos.

Às questões 2, 3 e 5 restou a tarefa de verificar o entendimento dos alunos quanto ao assunto “Filogenia”. Na questão 2, quando questionados quanto à definição de árvore filogenética, os alunos, mesmo sem terem uma definição explícita a eles direcionada durante a intervenção, foram capazes de melhorar seus rendimentos como turma em 11,5% na escolha da alternativa correta. Na questão 3, quando questionados sobre alinhamento

de DNA, o rendimento foi aprimorado em 9,8%, passando a alternativa correta a ser aquela que a turma majoritariamente assinalou (com uma queda de 52,2 para 38,1% da alternativa mais votada – e incorreta – emergente do questionário pré-prática). A questão 5, fornecia aos alunos opções de árvores diversas e requisitava que fosse selecionada a opção que continha uma árvore filogenética. Após a prática, a alternativa correta passou de 17 para 95% das respostas enviadas. A última questão, de número 6, era também a mais desafiadora, exigindo dos alunos o entendimento mais elaborado acerca do que foi exposto durante o encontro. Neste caso, novamente as respostas dos discentes pós-prática explicitaram retorno positivo, passando a resposta correta a ser assinalada por mais de 90% dos alunos, contra os apenas cerca de 26% obtidos anteriormente. Ademais, foi perceptível o engajamento dos alunos, quando questionados de maneira ampla em sala: "Quem é mais parecido com os humanos, o orangotango ou o chimpanzé? Vamos descobrir isso verificando o "código genético" de ambos via computador?". Quanto ao acesso aos bancos de dados científicos, os alunos foram capazes de executar as pesquisas sem maiores desafios, contribuindo para a desmistificação, desde rasa idade, da barreira entre vida comum, dados científicos e tecnologia. De todo modo, embora tenham sido colhidos bons resultados, a proposta aqui analisada ainda se mostra embrionária, necessitando de melhor exploração, principalmente ligada à liberdade dos alunos em estipular os tipos de organismos que desejam explorar, assim contribuindo para a criação de "hipóteses de pesquisa", por exemplo, o que haveria de contribuir ainda mais para a formação dos discentes sobre o que vem a ser ciência e como ela está presente em nossas vidas.

4.2.2 Roteiro 2: Utilização da ferramenta PyMOL para ensino de DNA e proteínas.

Tópicos abordados: DNA e proteínas, bancos de dados científicos UniProt (BATEMAN et al., 2017) e RSCB PDB (BERMAN et al., 2000);

Recursos tecnológicos: Labo. de Informática; Datashow; Internet.

Público alvo: Alunos do quinto semestre do Curso Técnico Integrado em Química do câmpus Gaspar do IFSC.

Total de alunos: 20. **Duração**: 110 minutos.

Sobre o roteiro: Este roteiro foi baseado em tutoriais livres disponíveis na *web* originalmente apresentados em língua inglesa como os de WU (2011) e MARCATILI; MØLGAARD, ANNE HOLBERGBLICHER (2017) e adaptado aos tópicos aqui estudados e também ao público alvo. Previamente ao início do mesmo, assim como ao final do mesmo, os alunos foram orientados a responderem questionário online a fim de avaliar o processo de ensino-aprendizagem. O roteiro foi dividido em duas etapas: (i) Proteínas e; (ii) DNA. Na primeira etapa os alunos são apresentados à ferramenta e trabalham com ácidos nucleicos, utilizando para isso a estrutura de PDB ID: 2L8Q (JULIEN et al., 2011). Na segunda etapa, é utilizada a estrutura 3D de PDB ID: 1K7C (MØLGAARD; LARSEN, 2002) da proteína

Rhamnogalacturonan acetylesterase (RGAE), proveniente do fungo *Aspergillus aculeatus*. No âmbito dos resultados apresentados neste trabalho, apenas a etapa i foi aplicada e avaliada. No roteiro em geral os alunos são indicados primeiramente a obter as estruturas com as quais irão trabalhar – seja acessando diretamente os arquivos em formado .pdb ou obtendo-os manualmente junto ao banco de dados científico do PDB (BERMAN et al., 2000). Em um segundo momento, os alunos seguem as instruções do professor juntamente com o roteiro contendo o passo-a-passo da aula, a fim de visualizarem pessoalmente as moléculas em ambiente interativo e tridimensional.

Questionário: Aqui apresentaremos as perguntas presentes no questionário referente à etapa (i) aplicada aos discentes, a fim de propiciar substancial para a análise de capítulo posterior. A maioria das questões foram apresentadas em dois momentos, uma vez antes do início das práticas e uma vez ao final das práticas. As exceções foram as questões 4 - apresentada apenas no início - e as questões 11 a 16 - apresentadas enquanto a prática acontecia. Os gráficos contendo as respostas para cada pergunta, constam junto ao roteiro disponibilizado em <https://bitbucket.org/paestilha/bioinformatics-school/downloads/>.

- Q1 - Você sabe o que é Bioinformática?
- Q2 - Você conhece o programa PyMol?
- Q3 - Sobre o programa PyMol, para que ele é utilizado?
- Q4 - Você encontrou alguma dificuldade em aprender o conteúdo de biologia usando apenas recursos comuns, como o quadro? (i.e. em 2 dimensões)
- Q5 - Qual(is) das imagens abaixo (Figura 6) representa melhor uma proteína?

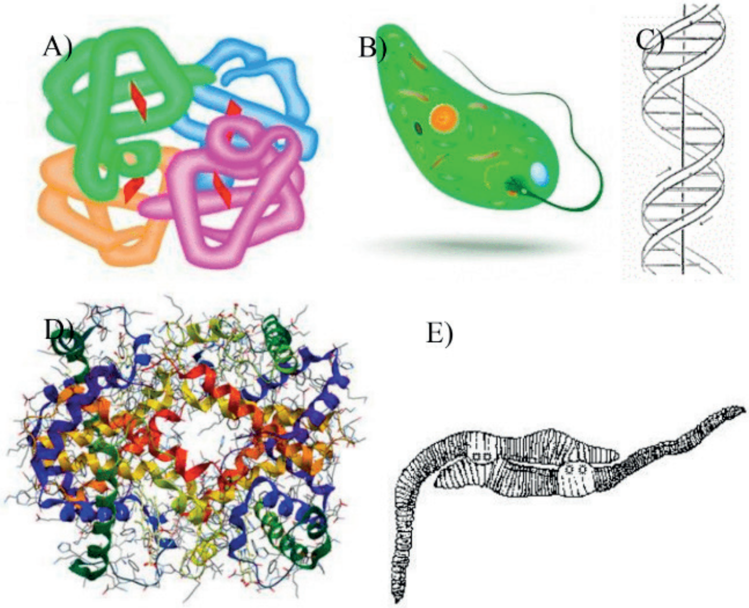


Figura 6 – Possíveis respostas da Questão 5 (Q5), apresentadas como figuras.

- Q6 - O que é um sítio ativo?
- Q7 - Os aminoácidos presentes em um sítio ativo SEMPRE caracterizam o tipo (ou tipos) de ligantes que conseguirão atuar nesse sítio ativo?
- Q8 - Quais as formas de representação gráfica para proteínas?
- Q9 - Quantos são os principais tipos de estruturas secundárias que existem em proteínas?
- Q10 - Em um sitio ativo, os aminoácidos estão ligados uns aos outros?
- Q11 - O peptídeo sinal tem seu número de resíduo de _ até _.
- Q12 - A maturidade da proteína parte do seu número de resíduo, sendo assim, a proteína tem __ resíduos de comprimento.
- Q13 - Nessa proteína o sítio ativo é formado a partir de três resíduos. O primeiro Serina 26, os dois outros são ___ e ___.
- Q14 - Qual é o nome do resíduo para os íons de sulfato?
- Q15 - Clique no H(ide) e selecione “waters”. O que aconteceu?
- Q16 - O que você achou da intervenção? Escreva suas percepções, sugestões, críticas, etc. Sinta-se livre, é anônimo!

Análise: Esta prática foi a mais complexa abordada por este trabalho. O público-alvo, neste caso, foram alunos que possuíam contato prévio com o assunto abordado: proteínas. As questões 1 a 3 tinham o intuito de verificar o nível de familiaridade dos alunos com os temas de Bioinformática e PyMOL e, conforme esperado, até o momento da prática, os discentes demonstraram ter contato praticamente nulo com os temas, o que foi superado por meio das práticas ofertadas. A questão 4 esteve presente apenas no questionário inicial e tinha o objetivo de verificar a percepção dos alunos quanto a dificuldades por esses encontradas no estudo de proteínas utilizando recursos comuns de sala de aula, com um aprendizado majoritariamente em 2D. O resultado foi o de que apenas 27,8% não percebeu dificuldades no aprendizado do conteúdo, enquanto para 11,2% tiveram poucas dificuldades ou dificuldades em apenas alguns conteúdos e 61% dos entrevistados informaram “Sim” como resposta, assinalando que existiram dificuldades de aprendizado do conteúdo.

As questões 6, 7 e 10, em conjunto, abordavam o subtema “sítio ativo” e retornaram resultados exitosos. Durante toda a dinâmica, em nenhum momento esteve sob foco a definição e caracterização do subtema “sítio ativo”. Assim sendo, os alunos - que em sua maioria desconheciam a caracterização e definição do subtema (vide respostas à questão 6) – demonstraram a capacidade de entendimento do assunto diretamente a partir da inferência possibilitada pela observação e experiência in loco aos quais foram convidados a executar, destacando o potencial da abordagem no que tange aos próprios alunos tornarem-se protagonistas do próprio aprendizado, criando as próprias sinapses cerebrais relacionadas ao assunto, sem a intervenção direta do professor o nutrindo de conceitos que, muitas vezes, limitam e dificultam o aprendizado. Isso fica claro ao pousarmos a atenção aos números obtidos pelo questionário posterior a prática, onde o desempenho em assinalar a alternativa correta foi ~20% (questão 6), ~50% (questão 7) e ~55% (questão 10) mais alto.

As questões 5, 8 e 9 abordaram o subtema bioquímica estrutural, verificando o entendimento dos alunos sobre representação de proteínas. Na questão 5, eram apresentadas 5 figuras e perguntava-se quais delas melhor representavam uma proteína. Nessa questão, a alternativa A (inicialmente escolhida por ~21% dos alunos) representava uma proteína, assim como a alternativa D. De todo modo, entre as duas, a alternativa A pode ser entendida como uma representação rudimentar de proteínas (apenas 2D), enquanto a alternativa D fornecia uma representação em 3D (mais apurada) e foi assinalada por ~68% antes da intervenção e, ao final da mesma, por 100% dos discentes. A questão 8 trazia diversas opções de representação gráfica e requisitava que os alunos selecionassem (utilizando *checkboxes*) aquele que, de fato, são tipos de representação gráfica, por meio dos quais podemos representar estruturas de proteínas. Neste momento os alunos poderiam assinalar diversas respostas ao mesmo tempo. Em um primeiro momento, mais da metade das respostas foi “Não sei” e apenas 16 vezes outras respostas foram assinaladas, com destaque para 7 ocorrências da alternativa “Fitas (Ribbons)”. No momento posterior a

prática, no entanto, a quantidade de discentes que marcaram como resposta “Não sei” tornou-se 0, com grande aumento das demais alternativas, totalizando 75 ocorrências, o que simboliza a nova percepção dos alunos quanto à vastidão de diferentes modos de representar uma proteína graficamente. Já a questão 9 relacionava-se as chamadas Estruturas Regulares (ERs), questionando quantas eram as principais ER encontradas nas proteínas (referência às folhas beta e hélices alfa). Para essa questão, as respostas iniciais concentraram-se na alternativa incorreta D: 4 tipos, o que foi aprimorado após a intervenção com a maioria da turma assinalando a alternativa B como correta: 2 tipos. Deste modo, pela análise acima descrita, fica claro também a capacidade da utilização da ferramenta como meio de promover o melhor entendimento acerca de conceitos da bioquímica estrutural de proteínas, algo comumente dificultoso para discentes por conta do nível de abstração com que são abordados.

As questões 11 a 15 eram dissertativas e foram disponibilizadas no momento em que os alunos estavam desenvolvendo a prática e tinham o objetivo de verificar se os discentes foram capazes de executar o que se pedia no passo a passo indicado explorando características não explícitas da proteína. Dentre as questões, as questões 11, 12 e 13 deveriam ser respondidas com base em informações disponíveis no Banco de Dados (BD) científico UniProt. O aproveitamento dos discentes nas questões foi surpreendente, atingindo de 90 a 100 % de aproveitamento, algo demonstrativo da facilidade dos alunos em buscar informações em websites (características de uma geração que já nasceu imersa em tecnologia). Cabe salientar ainda que o website acessado pelos alunos está disponível apenas em língua inglesa, um obstáculo adicional. Complementarmente, as questões descritivas 14 e 15 avaliavam a adaptação dos alunos perante a utilização da ferramenta PyMOL. Na questão 14, de cunho mais técnico, os alunos demonstraram maior dificuldade no entendimento do que se pedia, retornando respostas variadas quando se pedia “o nome do resíduo para íons de sulfato, no PyMOL”. Na questão parte dos alunos retornou a resposta correta “S04” enquanto outros retornaram o número identificador (ID) de um dos sulfatos (“113”). Quanto à questão 14, mais uma vez, os alunos conseguiram executar as tarefas de modo pleno e responderam corretamente, atingindo ~90% de aproveitamento.

Por fim, a questão 16 (não obrigatória) fornecia aos alunos a possibilidade de comentar a prática com testemunhos indicando de forma anônima os pontos fortes e fracos da mesma, assim como sugestões de melhoria e adequação em termos de tempo e complexidade. De forma geral, os principais pontos elencados pelos alunos foram (i) ser uma alternativa eficaz no que tange ao auxílio a compreensão de conteúdo; (ii) ser capaz de abordar especificidades não possíveis na sala de aula habitual; (iii) ser necessário mais tempo para as práticas; (iv) contar com tarefas consideradas desafiadoras (com grau de dificuldade considerável).

5 I CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou um estudo baseado na aplicabilidade de ferramentas gratuitas de bioinformática por meio de roteiros estruturados e aulas dinâmicas orientadas a partir do viés do protagonismo do aluno em fomentar o próprio conhecimento e desenvolver habilidades relacionadas a biologia e química. Os assuntos abordados foram filogenia e proteínas, sendo o primeiro assunto abordado por meio da ferramenta MEGA X e, o segundo, por meio da ferramenta PyMOL. Com o intuito de propiciar a avaliação das práticas propostas como abordagem capaz de contribuir para o processo formativo do aluno, foram projetadas questões a serem expostas aos alunos majoritariamente em dois momentos: (i) antes das intervenções e (ii) após as intervenções e, no caso da intervenção com auxílio do software PyMOL existiu ainda um terceiro momento (ii) durante a intervenção. Dessa maneira, a partir da inferência possibilitada pelo acompanhamento *in loco* dos alunos, juntamente com a análise das respostas dos alunos às questões apresentadas, foi possível perceber diversas facetas relacionadas ao objetivo geral aqui proposto.

As práticas envolvendo filogenia foram aplicadas junto a uma turma de 9º ano do ensino público da cidade de Gaspar/SC, contando com cerca de 30 participantes. O índice de engajamento dos alunos foi perceptivelmente elevado e, quando da análise dos questionários (conforme expresso em capítulo anterior de número 4), embora a intervenção tenha tido duração consideravelmente pequena (40 minutos) foi possível perceber o pleno atingimento dos objetivos propostos para a aula.

No que tange às práticas envolvendo proteínas, as mesmas foram aplicadas junto ao 6º semestre do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC Gaspar, dentro de aula disponibilizada pelo professor responsável pela disciplina de Bioquímica, totalizando cerca de 20 discentes participantes. O índice de alto engajamento por parte dos alunos, mais uma vez foi perceptível e, por conta do perfil da turma – que já havia tido contato prévio com o assunto – foi possível explorar tarefas de maior complexidade. O principal ponto de destaque emergente da abordagem proposta foi a capacidade dos alunos de responderem com efetividade a questões técnicas sobre os temas e subtemas explorados. Tal feito torna-se mais relevante a medida que o assinalar das respostas corretas para as questões ofertadas ter sido fruto da criticidade adquirida e inferência pessoal possibilitada pela vivência oriunda das práticas, uma vez que, por parte do professor, não houveram explicações explícitas sobre tais conteúdo. Tal característica ratifica não apenas o objetivo do trabalho como também suas consequências junto ao processo de ensino pautando o aluno como próprio ator de seu desenvolvimento intelectual técnico.

Em suma, a iniciativa aqui descrita se mostrou promissora e, embora as abordagens descritas por este trabalho ainda careçam de melhorias (vide deduções do próprio autor durante o transcorrer das aulas ou dos próprios alunos) e mais exploração (submissão a públicos mais diversificados), os resultados já obtidos demonstram a eficácia de abordagens

alternativas e complementares no trato da melhoria no processo de ensino aprendizagem. Tais características coadunam com os extratos de Veen e Vrakking (2006 apud ROCHA; MATOS, 2013) no que diz respeito a necessidade e oportunidade para avanços no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, a utilização de BD científicos revelou-se também como factível de ser explorada por alunos do Ensino Médio, contribuindo para a formação dos alunos no que diz respeito ao que vem a ser ciência e como ela se expressa no mundo moderno em que estamos inseridos. De modo geral, tanto o trato junto a BDs científicos como a utilização de ferramentas gratuitas também científicas acabam por confirmar as potencialidades de abordagens indutivas, conforme destacado anteriormente por Rezende (2002, p 2).

REFERÊNCIAS

ALEXANDRA MAIER, C. Building Phylogenetic Trees from DNA Sequence Data: Investigating Polar Bear & Giant Panda Ancestry. **The American Biology Teacher**, v. 63, p. 643–646, 2009.

ALTSCHUL, S. F. et al. Basic local alignment search tool. **Journal of Molecular Biology**, 1990.

AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION. **APA Review Confirms Link Between Playing Violent Video Games and Aggression**. Disponível em: <http://www.apa.org/news/press/releases/2015/08/violent-videogames.aspx%5Cnfiles/4396/ violent-video-games.html>. Acesso em: 5 set. 2018.

ANDRADE, J. A. **Bioinformática: um estudo sobre a sua importância e aplicação na aprendizagem em ciências no ensino médio**. [s.l.] Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2005.

BATEMAN, A. et al. UniProt: The universal protein knowledgebase. **Nucleic Acids Research**, 2017.

BERMAN, H. M. et al. The Protein Data Bank. **Nucleic Acids Research**, v. 28, n. 1, p. 235–242, 2000.

BOYLE, J. A. Bioinformatics in undergraduate education: Practical examples. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, 2004.

BROWN, C. C. Google Scholar. **The Charleston Advisor**, 2017.

CLARK, K. et al. GenBank. **Nucleic Acids Research**, v. 44, n. Database issue, p. D67–D72, 2016.

COOPER, K.; MCGRAW, A.; KHAZANCHI, D. **Bioinformatics for middle school aged children: Activities for exposure to an interdisciplinary field**. ISEC 2017 - Proceedings of the 7th IEEE Integrated STEM Education Conference. **Anais**...2017

DELANO, W. L. The PyMOL Molecular Graphics System. **Schrodinger**, 2002.

FORM, D.; LEWITTER, F. Ten simple rules for teaching bioinformatics at the high school level. **PLoS Computational Biology**, 2011.

GALLAGHER, S. R. et al. A first attempt to bring computational biology into advanced high school biology classrooms. **PLoS Computational Biology**, 2011.

GOOGLE. **About Google Scholar**.

GUDWIN'S, R. **Aprendizagem Ativa**. Disponível em: <http://faculty.d ca.fee.unicamp.br/gudwin/activelearning>. Acesso em: 12 dez. 2018.

HACISALIHOGLU, G. et al. **An innovative plant genomics and gene annotation program for high school, community college, and university faculty**. CBE Life Sciences Education. **Anais**...2008

HUNTER, L.; COHEN, K. B. Biomedical Language Processing: What's Beyond PubMed? **Molecular Cell**, 2006.

IGC. **BIOINFORMATICS AT SCHOOL**. Disponível em: <http://www.gc.gulbenkian.pt/pages/facilities.php/A=219___collection=article>.

JULIEN, O. et al. Solution structure of a DNA duplex containing the potent anti-poxvirus agent cidofovir. **Journal of the American Chem Soc**, 2011.

KANG, K. **Graduate Enrollment in Science and Engineering Grew Substantially in the Past Decade but Slowed in 2010.** [s.l: s.n.].

KEARNEY, C. Efforts to Increase Students' Interest in Pursuing Science, Technology, Engineering and Mathematics Studies and Careers. National Measures taken by 30 Countries – 2015 Report. **INSIGHT**, 2016.

KUMAR, S. et al. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. **Molecular Biology and Evolution**, 2018.

LEWITTER, F.; BOURNE, P. E. Teaching bioinformatics at the secondary school level. **PLoS Computational Biology**, 2011.

LU, Z. PubMed and beyond: A survey of web tools for searching biomedical literature. **Database**, 2011.

LUSCOMBE, N. M.; GREENBAUM, D.; GERSTEIN, M. What is bioinformatics? A proposed definition and overview of the field. **Methods of information in medicine**, v. 40, n. 4, p. 346–358, 2001.

MACHLUF, Y. et al. Making authentic science accessible-the benefits and challenges of integrating bioinformatics into a high-school science curriculum. **Briefings in Bioinformatics**, 2017.

MACHLUF, Y.; YARDEN, A. Integrating bioinformatics into senior high school: design principles and implications. **Briefings in Bioinformatics**, 2013.

MARCATILI, P.; MØLGAARD, ANNE HOLBERGBLICHER, T. **PDB PyMol Tutorial PDB and PyMOL tutorial**. Disponível em: <http://teaching.bioinformatics.dtu.dk/teaching/index.php/PDB_PyMol_Tutorial_PDB_and_PyMOL_tutorial>.

MØLGAARD, A.; LARSEN, S. A branched N-linked glycan at atomic resolution in the 1.12 Å structure of rhamnogalacturonan acetylesterase. **Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography**, 2002.

PAVESI, G. et al. **Hedgehogs, humans and high-school science. The benefits of involving high-school students in university research**, 2008.

PETTY, G. **Teaching Today: A Practical Guide**. [s.l: s.n.].

REZENDE, F. As Novas Tecnologias na Prática Pedagógica sob a Perspectiva Construtivista. **Pesquisa em Educação em Ciências**, 2002.

ROCARD, M. et al. Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. **RTD info**, 2007.

ROCHA, A. P. C.; MATOS, E. L. P. Desafios Tecnológicos frente aos nativos digitais. **International Journal of Knowledge Engineering and Management (IJKEM),** v. 3, n. 6, p. 1–69, 2013.

SCHRÖDINGER. PyMOL, molecular visualization system. **Available at https://pymol.org**, 2018.

WEFER, S. H.; SHEPPARD, K. Bioinformatics in high school biology curricula: A study of state science standards. **CBE Life Sci. Education**, 2008.

WU, K. **DNA–example II**. Disponível em: <https://kpwu.wordpress.com/2011/07/28/pymol-dna-example-ii/>. Acesso em: 7 jul. 2018.

CAPÍTULO 7

CONCEPÇÕES PEDAGÓGICAS E A COMPLEXIDADE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA PARA O EXERCÍCIO DA DOCÊNCIA DE FORMA EFETIVA, INCLUSIVA E CONTEXTUALIZADA

Data de aceite: 01/06/2021

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberlândia, Uberlândia – Minas Gerais – Brasil
Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química, Uberlândia – Minas Gerais - Brasil
http://lattes.cnpq.br/12970002659897780
https://orcid.org/0000-0003-3587-486X

Marilene Aparecida Fernandes Pereira
Escola Estadual Amir Amaral, Patrocínio – Minas Gerais –Brasil
http://lattes.cnpq.br/5144647998819160

RESUMO: A formação de bons profissionais se constitui em um grande desafio nos tempos atuais, em especial a formação de professores para lecionar química, que exigem uma capacidade de abstração e pré-requisitos dos componentes curriculares da língua portuguesa, matemática e física. No entanto, o desafio para preparar um professor que atenda às necessidades do atual sistema de educação e a sociedade, necessita de diagnóstico, avaliação e proposta de solução para minimizar os inúmeros fatores que dificultam tanto no processo formativo quanto no exercício da docência. Na formação, existem inúmeras barreiras a serem derrubadas, entre as quais: *i*) a falta de sintonia entre as Instituições de Ensino Superior (IES) e a sociedade em relação ao perfil profissional do futuro professor; *ii*) a falta de pré-requisitos proveniente do ensino básico e *iii*) a falta e/ou ausência de discussões e propostas de intervenção pedagógica frente a diversidade e complexidade no exercício da docência, nas habilidades e competências a serem desenvolvidas nos componentes curriculares das IES e na educação básica estabelecido pela Base Nacional Curricular Comum (BNCC). No exercício da docência se caracteriza pela: *i*) falta de condições e investimentos no âmbito escolar onde se caracteriza como principal ambiente no processo de alfabetização/letramento cientifico dos alunos e *ii*) à baixa remuneração associada as precárias condições de trabalho;são somente alguns dos inúmeros desafios a serem vencidos. Portanto, somente com investimento maciço em educação, a longo prazo, é que se poderá pensar em uma educação básica e superior de qualidade, contextualizada e inclusiva para todos.
PALAVRAS - CHAVE: alfabetização/letramento científico, educação básica e superior; ensino aprendizagem, habilidades e competências.

PEDAGOGICAL CONCEPTIONS AND THE COMPLEXITY IN THE FORMATION OF CHEMISTRY TEACHERS FOR THE EXERCISE OF TEACHING IN AN EFFECTIVE, INCLUSIVE AND CONTEXTUALIZED WAY

ABSTRACT: The formation of good professionals constitutes a great challenge in the current times, especially the training of teachers to teach chemistry, who demand a capacity for abstraction and prerequisites of the curricular components of the portuguese language, mathematics and physics. However, the challenge to prepare a teacher who meets the needs of the current

education system and society, requires diagnosis, evaluation and solution proposal to minimize the countless factors that hinder both the training process and the exercise of teaching. In training, there are numerous barriers to be broken down, including: *i*) the lack of harmony between Higher Education Institutions (HEIs) and society in relation to the professional profile of the future teacher; *ii*) the lack of prerequisites from basic education and iii) the lack and / or absence of discussions and proposals for pedagogical intervention in view of the diversity and complexity in the exercise of teaching, in the skills and competences to be developed in the curricular components of the HEIs and in basic education established by the National Common Curricular Base (NCCB). In teaching, it is characterized by: *i*) lack of conditions and investments in the school environment, where it is characterized as the main environment in the student's literacy/scientific literacy process and *ii*) the low remuneration associated with the precarious working conditions; countless challenges to be overcome. Therefore, it is only with massive investment in education, in the long run, that one can think about a basic and superior education of quality, contextualized and inclusive for all.
KEYWORDS: scientific literacy/literacy, basic and higher education, teaching and learning, skills and competences.

1 I INTRODUÇÃO

O ensino de Química tem passado por inúmeras dificuldades no processo de ensinoaprendizagem, tanto sob o ponto de vista do professor quanto do aluno. Em relação ao aluno esta área da ciência é rotineiramente rotulada como de difícil compreensão, extremamente abstrata e que não possui aplicação no cotidiano das pessoas (MASSI; VILLANI, 2020; OLIMPIO; GOMES, 2014; SEIXAS; CALABRÓ; SOUSA, 2017; SILVA; OLIVEIRA, 2009). Por outro lado, sabe-se que os professores formados ou em processo de formação encontram inúmeros obstáculos: *i*) falta de infra-estrutura adequada nas escolas que lecionam (salas de aulas “sucateadas”, ausência de recursos tecnológicos, falta de ferramentas que auxiliem no processo de ensinoaprendizagem entre outras); *ii*) a crescente desvalorização da profissão docente, proveniente da falta de um plano de carreira e remuneração que possibilitem ao professor a dedicação exclusiva a atividade docente; *iii*) a falta de incentivo a capacitação e qualificação permanente dos professores; *iv*) as inúmeras diversidades que o professor encontra em sala de aula (social, inclusiva, familiar, econômica entre outras) e *v*) a dicotomia entre a realidade escolar e o mundo acadêmico, são alguns dos inúmeros problemas enfrentados por aqueles que desejam seguir a carreira docente (BELO; LEITE; MEOTTI, 2019; CORRÊA; SCHNETZIER, 2019; FERNANDEZ, 2018;SILVA; FERREIRA, 2006; MONTEIRO et al., 2020).

Diante disso, este trabalho tem por objetivo apresentar, discutir e refletir as diferentes concepções pedagógicas nas quais os estudantes dos cursos de licenciatura em química estão inseridos, bem como os inúmeros desafios vivenciados pelos professores que já lecionam e os estudantes em processo de formação tanto no âmbito escolar quanto acadêmico, no contexto social em que estão inseridos.

2 I CONCEPÇÕES PEDAGÓGICAS

O cotidiano do educador, assim como a totalidade dos Homens, não se fundamenta em reflexões críticas, mas sim em "senso comum que foi adquirido, ao longo do tempo, por meio do acúmulo de experiências ou por meio de conceitos acríticos, valores e entendimentos vigentes no meio em que se encontra". Por meio das experiências vivenciadas que se constrói uma visão de mundo limitada, fragmentada e, por vezes, contraditória (BAZON et al., 2018; GAUCHE et al., 2007). É a partir das concepções de senso comum que instala grande parte da contradição vivenciada em sala de aula, visto que nem mesmo os educadores, conseguem perceber que em alguns momentos e/ou situações o conhecimento acadêmico leva para uma percepção de mundo, enquanto o de senso comum conduz para outra realidade. A partir do momento em que se entende o que é essencial para a constituição do Homem e como a educação cientifica pode colaborar para construção do mesmo, estabelece-se as concepções pedagógicas que irão nortear e fundamentar os diferentes processos de ensinoaprendizagem (MASSI; VILLANI, 2017; SAVIANI, 2003; VIEIRA; CHITOLINA, 2019).

Neste sentido, as concepções pedagógicas tradicional, cientificista e interacionista estão no centro das discussões em relação à formação de professores e que fundamentam os currículos dos cursos de licenciatura em química até o presente momento, sendo apresentadas nos sub-tópicos abaixo.

2.1 Pedagogia Tradicional

Nesta concepção, o Homem é compreendido pelas características essenciais que são comuns a todos e que é definido pelas que permanecem e não pelas que mudam. Tal entendimento se reflete na concepção de que todos são iguais e que a prática em sala de aula deve ter um padrão único e ser repetitivo, pois se acredita que as condições humanas de aprendizagem serão, essencialmente, a mesma para todos. Os valores éticos presidem a ação humana, sendo este responsável pela sua ação moral (BELO; LEITE; MEOTTI, 2019; FREITAS; QUEIRÓS, 2019).

O conhecimento é aprimorista, inato e intacto, visto que o Homem, *a priori*, nasce com características espirituais que o fazem reconhecer os modelos universais em cada situação específica. Logo, se faz necessário a adoção de uma metodologia de ensino, onde o professor sempre será a figura central do processo de ensinoaprendizagem, materializando a educação magistrocêntrica. Entretanto, se esta concepção pedagógica é a mais utilizada nas práticas educativas, possivelmente não o seja pelo fato das aulas serem expositivas e conteúdistas, visto que este modelo de aula se faz necessário e de suma importância em atividades didáticas especificas, como apresentar a maior quantidade de conceitos e fundamentos técnico-cientifícos no menor espaço de tempo (OLIVEIRA; MOZZER, 2017; SILVA; MOURA, 2020; SILVA; OLIVEIRA, 2009).

2.2 Pedagogia Cientificista

Nesta pedagogia, o ser humano é uma realidade natural e portador de uma razão natural que pode ser explicado pelas mesmas Leis que explicam o comportamento e funcionamento da natureza. A realidade natural é vista como um valor que deve prevalecer sobre todos, necessitando de uma validação cientifica e técnica. O conhecimento é empírico "naturalizado" e constituído de modelos espirituais e metafísicos (FERNANDEZ, 2018; FERRARINI; BEGO, 2019;MONTEIRO et al., 2020).

Neste sentido, o ser humano é portador de uma capacidade natural (razão natural) que o levará ao pleno exercício do conhecimento, tendo na Educação a concepção de algo laico e científico que proporcionará a compreensão do funcionamento e a natureza das coisas, sendo o Homem capaz de dominá-la e subjulgá-la. Transformando o saber em algo pragmático e político, se constituindo em objeto de crítica sob duas perspectivas: *i*) a política, que trata do pensar cientifico na sociedade que proporcionou o maior e mais rápido desenvolvimento cientifico e tecnológico da história, produzindo também a ideia cientifica como uma forma de "domesticação" humana e do colonialismo que transpõe a relação entre os Homens e os princípios justificadores da dominação de classes e grupos sociais; e *ii*) a pedagógica que é vista pelo saber empírico racional baseado nas especializações, ensinando o ser humano a dividir o que nunca poderia ser dividido, o que significa afirmar que o que é dinamicamente complexo foi mecanicamente fragmentado (FRANCO; LIBÂNEO; PIMENTA, 2011; SILVA, 2016).

2.3 Pedagogia Interacionista

A Pedagogia Interacionista concebe o Homem como um ser natural e histórico, capaz de modificar estas condições através da *práxis*. O que distingue o Homem dos demais animais é a sua capacidade de se libertar das necessidades através do trabalho. Os valores são definidos pelo tipo de relação de poder que os Homens estabelecem entre si na sua prática real, que é política. O conhecimento é interacionista, dialético e esta é uma situação indissolúvel: sujeito e objeto em permanente interação e construção de sentidos. São também objetos de crítica: o entendimento de que o Homem, sua consciência e sua subjetividade são construções histórico-sociais e coletivas, o que levaria esta concepção a perder de vista o Homem particular (MASSI; VILLANI, 2017; OLIVEIRA; MOZZER, 2017; SILVA; MOURA, 2020).

Diante destas três concepções pedagógicas e de suas características singulares, se faz necessário avaliar como estas concepções se associam ou se diferenciam nos inúmeros fatores que podem influenciar no âmbito acadêmico e no exercício pleno da docência no qual o professor ou estudante de licenciatura em química esta inserido.

3 I DESAFIOS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

A formação de qualquer profissional é considerada uma tarefa complexa e complicada, frente às necessidades geradas pelo processo de globalização e o rápido avanço do desenvolvimento cientifico e tecnológico que influenciam tanto nas relações sociais quanto nas diversas necessidades geradas pela sociedade, que ocorrem em curtos espaços de tempo e que demandam maior tempo para entendimento, investigação e proposição de soluções. Nesse sentido, se faz necessário uma reflexão a cerca do complexo número de fatores que estão de forma direta ou indiretamente influenciando no processo de formação dos professores que necessitam acompanhar o desenvolvimento e a necessidade da sociedade (BELO; LEITE; MEOTTI, 2019; FERNANDEZ, 2018; MONTEIRO et al., 2020; SEIXAS; CALABRÓ; SOUSA, 2017).

Dentre as inúmeras dificuldades, podemos destacar: *i*) déficit de pré-requisitos apresentado pelos discentes, provenientes da educação básica pública (BELO; LEITE; MEOTTI, 2019); *ii*) o fato do quadro docente ser constituído, majoritariamente, por bacharéis (MONTEIRO et al., 2020); *iii*) o contexto social no qual os discentes estão inseridos (MASSI; VILLANI, 2017); *iv*) dificuldades no exercício da docência, após egressar do curso (CORRÊA; SCHNETZLER, 2019; SILVA; FERREIRA, 2006); *v*) a falta de condições de trabalho e a precarização da carreira profissional (FERNANDEZ, 2018); *vi*) a ausência ou defasagem de instrumentos que possam funcionar como ferramentas facilitadoras no processo de ensinoaprendizagem na educação básica (OLIVEIRA; MOZZER, 2017; SEIXA; CALABRÓ; SOUSA, 2017) e *vii*) a ausência de elementos norteadores de habilidades e competências para trabalhar de forma efetiva e inclusiva (BAZON et al., 2018; PEREIRA et al., 2018; VIEIRA; CHITOLINA, 2019) com alunos que possuem alguma deficiência física (OPENHEIMER; RODRIGUES, 2019; SILVA, AMARAL, 2020; SILVA et al., 2021) tanto nas habilidades e competências dos currículos dos cursos superiores (PAULA; GUIMARÃES; SILVA, 2017; TORRES; MENDES, 2018), quanto na BNCC (FERRARINI; BEGO, 2019; FREITAS; QUEIRÓS, 2019; SILVA; OLIVEIRA, 2009).

Belo, Leite e Meotti (2019) investigaram o alto índice de reprovação nas disciplinas de química do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) no campus Vale do Rio Madeira. Os autores constataram que o elevado índice de reprovação é também recorrente no curso de licenciatura em biologia o que não é observado para os cursos de bacharelado. Segundos eles, os cursos de licenciatura recebem, majoritariamente, alunos egressos do ensino médio da rede pública, a qual possui um grande déficit de professores com habilitação específica em ciências da natureza e matemática. Diante disso, licenciados de outras áreas acabam assumindo estas disciplinas o que desencadeia uma série de problemas no processo de ensinoaprendizagem na qual os alunos estão inseridos e irão levar estas dificuldades ao ingressar nos cursos de licenciatura, onde seus professores possuem formação especifica e alta qualificação

(mestrado, doutorado, pós-doutorado) colaborando para o alto índice de reprovação e consequentemente evasão da universidade. Além disso, a falta de formação pedagógica dos professores de universidade contribuem para este quadro, conforme apresentado e discutido pelo trabalho de Monteiro e colaboradores (2020).

Corrêa e Schnetzler (2019) avaliaram o ingresso de licenciados em química na carreira docente com o intuito de evidenciar as necessidades formativas e apontar as fragilidades presentes nas grades curriculares do curso de licenciatura em química da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Para tanto, os autores entrevistaram cinco professores iniciantes na carreira por meio de depoimento que diagnosticaram os seguintes problemas: *i*) as inúmeras teorias, métodos e técnicas ensinadas no decorrer do curso de licenciatura, não oferecem um auxilio significante para lidar com a complexidade das situações vivenciadas no âmbito escolar. Isto faz com que os professores se sintam despreparados ou desprovidos de conhecimentos e ações de intervenção pedagógica frente o cotidiano dos alunos; *ii*) a formação do professor deverá ser continua, visto que por meio de aperfeiçoamentos e cursos ofertados por outras instituições ou entidades, podem colaborar para a melhor desenvoltura do professor iniciante. No entanto, sabe-se que o ensino público padece de políticas públicas que incentivem os professores a se dedicarem a formação continuada; *iii*) o conhecimento pedagógico ofertado na estrutura curricular não apresentou grande contribuição para enfrentar a realidade escolar, tais conhecimentos só se tornam mais significativos após o ingresso na docência e *iv*) a oportunidade de vivenciarem a experiência pedagógica, por intermédio do estágio docente, precisa ser dada a devida importância no processo de formação do professor.

Oliveira e Mozzer (2017) avaliaram o conhecimento procedimental sobre analogias que futuros professores, em diferentes estágios de formação, possuem e as próprias analogias que estes elaboram. tais informações foram obtidas por meio de questionários e entrevistas de validação. Os pesquisadores concluíram que os conhecimentos adquiridos durante o curso de licenciatura podem não ser suficientes para que possam desenvolver e aplicar de forma satisfatória em analogias apropriadas ao ensino de ciências na educação básica, sendo importante se dedicar em propor ações para diminuir esta lacuna nos cursos de licenciatura em química.

Seixas, Calabró e Sousa (2017) investigaram a importância da formação inicial e/ou continuada de professores para o ensino de ciências da natureza e como estes profissionais orientam seus alunos no processo de construção do conhecimento cientifico. Para os pesquisadores, o professor tem a árdua missão de associar conhecimento cientifico com as ferramentas tecnológicas e as estratégias didáticas que não vivenciaram em seu processo de formação. Portanto, existe uma grande necessidade pela constante capacitação e qualificação profissional de forma a acompanhar as mudanças e as necessidades escolares.

Pelos trabalhos apresentados e discutidos acima, pode-se inferir que existem inúmeras necessidades formativas que precisam ser revisadas e/ou alteradas no âmbito

do currículo de formação de futuros professores de química. Além disso, percebe-se que as instituições de ensino estão se mantendo distante da realidade social na qual se insere, fazendo-se necessário estabelecer uma relação de maior proximidade com a sociedade.

No entanto, existe outro fator de extrema complexidade que começa a ganhar forma e grande repercussão na sociedade atual e que cada vez mais coloca professores experientes, pesquisadores e estudantes de licenciatura em xeque frente ao grande desafio: a inclusão de alunos com deficiência.

3.1 Formação de professores de química para a inclusão de alunos com deficiência visual (ADV)

Ao longo da história e em diferentes contextos sociais, as pessoas com deficiência eram excluídas e sofriam inúmeros preconceitos. Na educação, estas pessoas não estavam dentro dos padrões exigidos pela escola e eram consideradas incapazes de estudar e consequentemente pouco atuantes na sociedade. No entanto, esta situação ainda se mantém na sociedade atual em relação ao desenvolvimento do educando com necessidades especiais e que se constitui em um enorme desafio a ser vencido e exigindo uma luta constante para garantir o direito de acesso e permanência em espaços educacionais e sociais (BAZON et al., 2018; PEREIRA et al., 2018; VIEIRA; CHITOLINA, 2018).

No âmbito nacional iniciaram-se inúmeros movimentos pela luta de inclusão de pessoas com deficiência o que resultou em diferentes leis que garantissem os direitos e proporcionassem a inclusão social e escolar. Neste sentido, foram propostas as seguintes legislações: *i*) Lei nº 13.146 que instituiu a Inclusão de Pessoas com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) visando garantir, assegurar e promover o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais, visando a sua inclusão social e cidadã (BRASIL, 2015) e *ii*) o Artigo 59 do capítulo V da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que menciona " os sistemas de ensino assegurarão aos educandos com deficiência (...), currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização para atender as especificidades de suas necessidades (BRASIL, 1996, p.19); *iii*) Institui a Portaria nº 3.128 (BRASIL, 2008) e a Classificação Estatística Internacional das Doenças e Problemas relacionados à Saúde -CID-11 - (OMS, 2018).

No entanto, ainda que se tenha avançado em termos de garantias por meio da legislação, na prática não se percebe a criação de políticas públicas que proporcionem esta inclusão no contexto social e no âmbito acadêmico. No ensino de química, o desafio é extremamente complexo visto tanto sobre o aspecto de compreensão e capacidade de abstração que caracterizam esta disciplina, quanto sobre a dificuldade de formar professores nas IES aptos a proporcionarem uma educação inclusiva e a falta de recursos e/ou ferramentas pedagógicas que auxiliem no processo de ensinoaprendizagem de química (BAZON et al., 2018; FILHO; PEQUENO; DINIZ, 2019; OPENHEIMER; RODRIGUES, 2019; SILVA et al., 2021).

Silva e colaboradores (2021) produziram um material didático como ferramenta de ensino a ser utilizado no processo de ensinoaprendizagem de separação de misturas destinados a ADV. O material foi avaliado por dois revisores com deficiência visual e posteriormente seis alunos do Instituto Benjamin Constant (IBC). Segundo os pesquisadores, o material teve boa aceitação e proporcionou um entendimento significativo sobre o tema em comento. O material foi depositado na Divisão de Desenvolvimento e Produção de Material Especializado (DPME) do IBC, que esta a disposição para instituições públicas de ensino que trabalham com alunos com esta deficiência.

Silva e Amaral (2020) investigaram a percepção de professores frente à inclusão de ADV. Tal pesquisa contou com 305 professores provenientes das diferentes regiões do país, sendo que somente 32,1% possuem formação especifica na área. A pesquisa foi desenvolvida mediante um questionário com 21 perguntas, sendo duas dissertativas. Os resultados apontaram que 92,1% dos professores não possuem qualificação para atuarem com ADV e 95,4% acreditam que a realidade escolar não possui infraestrutura e recursos tecnológicos para poderem trabalhar com estes alunos.

Filho, Pequeno e Diniz (2019) avaliaram os inúmeros desafios que os professores de química enfrentam para tornar realidade a inclusão de alunos com deficiência no ensino regular. Neste sentido, os pesquisadores realizaram um estudo de caso com sete professores de química do ensino regular da cidade de Queimadas – PB, sendo que os resultados apontaram, pela própria fala dos professores entrevistados, que existe um déficit em sua formação inicial e que este é insuficiente para proporcionar uma educação inclusiva. Os autores sugerem a importância da formação continuada de professores e propostas de ações para reestruturar os currículos dos cursos de licenciatura, visto que a grande maioria dos cursos nas IES do Brasil não está contemplando atuação na educação inclusiva, implicando na formação de professores com defasagem ou nenhum conhecimento sobre o tema.

Pereira e colaboradores (2018) investigaram a prática docente sob a ótica da construção do conhecimento científico que inclua alunos com deficiência. O estudo foi realizado por meio de revisão da literatura, análise de entrevistas, produção de materiais didáticos por intermédio do projeto de pesquisa “Saberes e práticas da formação docente: da avaliação da educação inclusiva à produção de materiais didáticos destinados às pessoas com deficiência” desenvolvidas por pesquisadores da Universidade do Estado do Pará (UEPA) situado no município de Marabá, PA. Segundo os pesquisadores, os resultados apontaram fragilidade e inexistência de formação contínua de docentes para atenderem as múltiplas deficiências da educação especial, podendo afirmar que o currículo das licenciaturas elaborado pelo Estado, não contemplam a singularidade do amplo cenário da educação inclusiva.

Paula, Guimarães e Silva (2017) trabalharam na investigação sobre as necessidades formativas dos professores de química para a inclusão de ADV. A pesquisa foi constituída

de levantamento bibliográfico, entrevistas com pesquisadores da área e análise do currículo dos cursos de licenciatura em química nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) e a metodologia se constituiu na análise textual discursiva. Os autores sugerem que a formação dos professores de química devem contemplar abordagens conceituais dentro de um contexto que considere a presença de ADV nas salas de aula.

Pelos trabalhos apresentados com discussão de seus resultados, podemos concluir que a formação de professores de química para atuar no contexto da educação inclusiva se constitui em um problema de ordem crônica em função da falta de percepção das IES em relação à reestruturação de um currículo que contemple a formação para a educação inclusiva e a ausência de políticas e do poder público para oferecer tanto a formação continuada dos professores, quanto o investimento em infraestrutura adequada para que se possa desenvolver um trabalho efetivo de educação inclusiva.

4 I CONCLUSÕES

O presente trabalho possibilitou evidenciar e mostrar a amplitude do desafio no qual os cursos de licenciatura em química estão submetidos. Os estudos apresentados e discutidos revelam que tanto as IES quanto o poder público estão “de costas” para a realidade e condições em que os alunos da educação básica e superior estão inseridos e que acabam arcando com as consequências provenientes desta posição. Em relação à formação de professores para a prática de uma educação inclusiva de alunos com múltiplas deficiências, o cenário é desastroso frente à ausência, em sua totalidade, do poder público que deveria oferecer melhores condições de trabalho e capacitação contínua dos professores para o efetivo exercício da inclusão escolar. Além disso, as Instituições de Ensino Superior (Públicas e Privadas) estão formando professores sem olhar e se inserir dentro da realidade da sociedade, implicando em um processo de formação docente sem os pré-requisitos para iniciar um processo efetivo de educação inclusiva.

REFERÊNCIAS

BAZON, F. V. M. et al. Formação de formadores e suas significações para a educação inclusiva. **Educação Pesquisa**, v. 44, e176672, 2018. http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201844176672

BELO, T. N.; LEITE, L. B. P.; MEOTTI, P. R. M. As dificuldades de aprendizagem de química: um estudo feito com alunos da Universidade Federal do Amazonas. **Scientia Naturalis**, n. 3, p. 1-9, 2019. ISSN 2596-1640

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Especial. Progra**ma de Capacitação de Recursos Humanos do Ensino Fundamental: Deficiência Visual**. v. 1. Brasília, 2001.

BRASIL. **Lei nº 13.146**, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF, 6 de julho de 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htmlAcesso em: 02 de abril de 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 20 de dezembro de 1996. Disponívelem: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.html . Acesso em: 31 de março de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.128**, de 24 de dezembro de 2008. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual. Brasília, DF, 24 de dezembro de 2008. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html Acesso em: 02 de abril de 2021.

BRASIL. **Lei n 10.436**, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Lex: Diário Oficial da União, de 24 de abril de 2002.

CORRÊA, T. H. B.; SCHNETZLER, R. P. Da formação à atuação: obstáculos do tornar-se professor de química. **Revista Debates em Ensino de Química,** p. 28-46, 2019. ISSN: 2447-6099

FERNANDEZ, C. Formação de professores de Química no Brasil e no mundo. **Estudos Avançados**, v. 32, n.94, p. 205-224, 2018.http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0015

FERRARINI, F. O. C.; BEGO, A. M. Perspectivas de modelos formativos com enfoques construtivistas para formação de professores de ciências segundo as concepções de Rafael Porlán e Colaboradores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, p. 22-44, 2018. http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p22

FILHO, F. F. D.; PEQUENO, I. C.; DINIZ, A. P. M. B. Desafios de Professores de Química Quanto a Inclusão de Alunos com Deficiência no Ensino Regular. **Revista Educação Inclusiva**, v.3, n.3, p.37-54, 2019.

FRANCO, M. A. S.; LIBÂNEO, J. C.; PIMENTA, S. G. As dimensões constitutivas da pedagogia como campo de conhecimento. **Revista UEMG**, n. 17, p. 55-78, 2011.

FREITAS, W. P. S.; QUEIRÓS, W. P. O cenário das pesquisas sobre formação de professores de ciências na perspectiva progressista**. Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, p. 154-179, 2019. http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795ienci2019v24n1p154

GAUCHE, R. et al. Formação de Professores de Química: Concepções e Proposições. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 1-4, 2008.

MASSI, L.; VILLANI, A. O destino social de licenciandos e bacharéis em Química: um estudo de caso sobre a formação de professores no plano microssociológico. **Pro-posições**, v. 31, p. e20170089, 2020. http://dx.doi.org/10.1590/1980-6248-2017-0089

MONTEIRO, R. R. M. et al. A docência universitária e os professores bacharéis: o estado da questão. **Revista Pemo**, v. 2, n. 2, p. 1-15, 2020. https://doi.org/10.47149/pemo.v2i2.3647

OLIMPIO, F. M. P.; GOMES, C. Desafios e perspectivas no ensino de química: uma análise a partir de pesquisas publicadas sobre a docência. **Revista Labirinto**, v. 21, p. 358-382, 2014. ISSN: 1519-6674.

OLIVEIRA, T. M. A.; MOZZER, N. B. Análises dos conhecimentos declarativos e procedimental de futuros professores de química sobre analogias. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 32602, 2017. http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172017190102

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. CID-11. **Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde**. 11. rev. 2018. Disponível em: https://www.who.int/classifications/icd/en/. Acesso em: 30 de março de 2021.

OPENHEIMER, M.; RODRIGUES, P. A. A. A perspectiva dos professores de química e matemática de uma universidade federal quanto à inclusão educacional dos alunos com ensino superior. **Revista de Política e Gestão Educacional**, v. 23, p. 856-876, 2019. https://doi.org/10.22633/rpge.v23iesp.1.13007

PAULA, T. E.; GUIMARÃES, O. M.; SILVA, C. S. Necessidades Formativas de Professores de Química para a Inclusão de Alunos com Deficiência Visual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** v. 17, n. 3, p. 853–881, 2017. **https://doi.org/**10.28976/1984-2686rbpec2017173853

PEREIRA, A. R. et al. Formação dos professores de ciências naturais: reflexões sobre inclusão escolar. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 2, p. 697-711, 2018. ISSN 2595-3621

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico- Critica**. 8 ed. rev. ampl. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

SEIXAS, R. H. M.; CALABRÓ, L.; SOUSA, D. O. A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. **Revista Thema**, v. 14, p. 289-303, 2017.http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.289-303.413

SILVA, A. C. et al. Recurso didático acessível sobre processos de separação de misturas para alunos com deficiência visual. **Brazilian Journal of Development**, v.7, p.5871-5884, 2021. http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-399

SILVA, A. L. R.; MOURA, F. M. T. História da Química nos Projetos Pedagógicos nas Licenciaturas em Química das Universidades Cearenses. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e170997133, 2020.http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7133

SILVA, A. A pedagogia cientificista e a organização do sistema de ensino brasileiro. **Revista HISTEDBR On-line**, p. 197-209, 2016. ISSN 1676-2584

SILVA, C. S.;OLIVEIRA, A. A. Formação inicial de professores de química: formação específica e pedagógica. In: NAIRD, R. **Ensino de Ciências e Matemática**. São Paulo: Unesp, 2009, 258 p. ISBN 978 – 85-7983-004-4

SILVA, R. M. G.; FERREIRA, T. Formação de Professores de Química: Elementos para a Construção de uma Epistemologia da Prática. **Contexto e Educação**, n. 76, p. 43-60, 2006.

SILVA, R. S.; AMARAL, C. L. C. Percepção de professores de química face à educação de alunos com deficiência visual: dificuldades e desafios. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, p. 108-129, 2020. ISSN: 2446-4821

TORRES, J. P.; MENDES, E. G. Formação de professores de ciências exatas numa perspectiva inclusiva. **Revista Insignare Scientia**, n. 3, p.1-21, 2018.

VIEIRA, V. V.; CHITOLINA, M. R. Concepções sobre educação inclusiva de graduados em Biologia, Física, Química e educação especial de uma instituição pública. **Revista Vivências**, v. 15, n. 29, p. 245-266, 2019. https://doi.org/10.31512/vivencias.v15i29.107

CAPÍTULO 8

DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA EFICIENTE PARA INTRODUÇÃO DA NANOCIÊNCIA NO ENSINO REMOTO

Data de aceite: 01/06/2021

João Luiz Oliveira Maciel Júnior
Universidade Federal do Tocantins
Colegiado de Química
Gurupi – TO

Dennis da Silva Ferreira
Universidade Federal do Tocantins
Colegiado de Química
Gurupi – TO

Mateus Pereira de Sousa Milhomem
Universidade Federal do Tocantins
Colegiado de Química
Gurupi – TO

Sílvio Quintino de Aguiar Filho
Universidade Federal do Tocantins
Colegiado de Química
Gurupi – TO
https://orcid.org/0000-0001-7577-0163

Lucas Samuel Soares dos Santos
Universidade Federal do Tocantins
Colegiado de Química
Gurupi – TO

RESUMO: Vários estudos descrevem as características das metodologias ativas e suas vantagens quando aplicadas de forma satisfatória. No entanto, poucos exploram sugestões prática de como aplicar tais metodologias. Uma temática oportuna, atual e transversal é abordado neste trabalho, à saber a nanociência. É reportado no presente trabalho uma metodologia simples e de baixo custo para síntese de nanomateriais baseados em carbono, mais especificamente pontos quânticos de carbono luminescentes, como um experimento para introdução da nanociência tna graduação de muitos cursos superiores e/ ou no próprio ensino médio. A metodologia ainda pôde ser adaptada para ser aplicada de forma remota, algo que os tempos atuais exigem, em função da pandemia existe atualmente.

PALAVRAS - CHAVE: Pontos quânticos de carbono, metodologias ativas, ensino remoto.

DEVELOPMENT OF AN EFFICIENT METHODOLOGY FOR THE INTRODUCTION OF NANOSCIENCE IN REMOTE EDUCATION

ABSTRACT: Several studies describe the characteristics of active methodologies and their advantages when applied satisfactorily. However, few explore practical suggestions on how to apply such methodologies. A timely, current and transversal theme is addressed in this work, namely nanoscience. A simple and low-cost methodology for the synthesis of carbon-based nanomaterials, more specifically luminescent carbon quantum dots, is reported in the present work, as an experiment to introduce nanoscience in the graduation of many higher education courses and / or in high school itself. The methodology could still be adapted to be applied remotely, something that the current times demand, due to the current pandemic.

KEYWORDS: Quantum carbon dots, active methodologies, remote teaching.

1 I INTRODUÇÃO

A conjectura atual da educação em meio à pandemia do Sars-Cov II exige a reinvenção, criatividade e redefinição de estratégias que visem tanto à atuação docente quanto discente no processo de ensino-aprendizagem (FOX et al., 2020; MISHRA; GUPTA; SHREE, 2020; MOHMMED et al., 2020). É reconhecido por grandes educadores o papel da experimentação como método eficaz para o desenvolvimento discente em função de sua característica ativa na aprendizagem. Neste sentido, Freire (1997) defende que para compreender a teoria é necessário experienciá-la (FREIRE, 1997).

Quando se trata do ensino de química, a aplicação de experimentos podem percorrer dois caminhos. Primeiro, os experimentos com fins didáticos podem ser conduzidos como receitas prontas, onde o professor executa os experimentos para mostrar, ilustrar ou mesmo comprovar teorias para seus espectadores, os alunos. Neste primeiro caso há uma limitação no que se refere ao favorecimento dos processos cognitivos devido à monopolização da ação, o que faz do professor a peça central no processo ensino-aprendizagem. A consequência é uma drástica diminuição das potencialidades no que se refere ao caráter investigativo dos experimentos. Por outro lado, os experimentos podem ser orientados ou mesmo sugeridos pelo professor, de forma a promover principalemente à ação discente ao debate, a investigação, ao questionamento e a "formulação de hipóteses" para resolução de problemas. Quando há disposição para a prática, orientação e intervenções provocativas do discente, os saberes podem ter real significado desde que, de acordo com Ausubel (2003), seja levada em consideração a principal condição para se atingir a aprendizagem, que são os conhecimentos prévios que o aluno possui, uma vez que "o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe" (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 137).

No ensino de física, a problemática em relação à experimentação como didática tem sido relatado como um grande desafio e que se agrava devido à falta deformação inicial e continuada dos professores aliado a falta de elaboração de atividades práticas nessa disciplina, em especial na educação básica onde a falta de laboratórios e equipamentos impede à realização dos mesmos (TAKAHASHI; CARDOSO, 2011). Ainda nesse sentido, segundo Ferreira e Villani (2002, p.63) o uso da experimentação é uma das questões recorrentes na pesquisa em ensino de Física (SILVA; MERCADO, 2019).

> [...] em geral, os professores fecham o círculo de possibilidades de explicações ao que eles conhecem de sua prática, pois acreditam essa ser a única forma para ter um certo domínio em sua interação com os alunos. Ainda hoje fórmulas e resoluções de exercícios constituem atividade preferidas, ao passo que laboratório didático, simulações, história da ciência, filmes e outros recursos metodológicos raramente são utilizados. O resultado é que os alunos se convencem da extrema dificuldade da Física e poucos investem na tentativa de aprender.

A situação do ensino remoto, atualmente presente em todo mundo, tem potencializado ainda mais as características de ensino baseado em monólogos, onde o professor possui papel de mero palestrante e objeto central no processo de aprendizagem, o que promove o desinteresse por parte dos alunos (MISHRA; GUPTA; SHREE, 2020). Mediante isso, pode-se inferir que o mero conhecimento e habilidades para utilização de plataformas de comunicação como o Google Meet, Zoom Meting e outros, embora seja necessário, não é suficiente para promover o ensino e a aprendizagem de forma aceitável. Neste sentido, o estado de isolamento provocado pela pandemia mostrou a necessidade do desenvolvimento de trabalhos alternativos que visem não só a comunicação na educação, mas também formas de fomentar o protagonismo discente.

Um tema interdisciplinar e atual, que tem grandes potencialidades no que se refere a promover o interesse, bem como diversas possibilidades experimentais para facilitar a aprendizagem e que pode ser aplicado em ambientes alternativos, como o domicílio, é a nanociência. Os conceitos abordados em nanociência transitam, de forma interdisciplinar, nas componentes curriculares química, física e por muitas vezes em biologia (AHMAD et al., 2003). Sem dúvida, as expressões nanociência, nanotecnologia ou nanomateriais são responsáveis por um gigantesco número de resultados quando pesquisados nas plataformas de busca para artigos, mostrando ser, além de tudo, um tema atual e de extrema relevância (ADAMS; BARBANTE, 2013; BACCARIN et al., 2020; CHANG, 2006; DRBOHLAVOVA et al., 2009).

A oportunidade de sintetizar nanomateriais e debater sobre suas características e peculiaridades pode propiciar um alto ganho de conhecimento e oportunidades de revisar muito do que já foi abordado na trajetória acadêmica de diversos cursos, como química, física, matemática, farmácia e biologia. Além de tudo isso, a nanociência é um excelente tema para conduzir os alunos a transitar incognitamente entre os níveis macro, submicro e simbólico, chamado de "relação triplet" por Gilbert e Treagust (2009), amplamente defendida e utilizada por diversos educadores em química e muitos outros pesquisadores, para a elaboração de materiais didáticos como simuladores e livros, auxiliando na facilitação da aquisição de conhecimentos químicos. (DE JONG; VAN DRIEL, 2001; GILBERT; TREAGUST, 2009; TALANQUER, 2011)

2 | SÍNTESE DE NANOMATERIAIS

Genericamente as metodologias de síntese para nanomateriais podem ser classificadas em rotas top down ou botton up. Nas rotas top down, ocorre a "quebra de um materiais de maior tamanho" (macro) até que o mesmo se torne um nanomaterial. Nesta metodologia, são utilizadas várias técnicas como ablação a laser, sputtering, litografia dentre outras (CHANG, 2006; LÓPEZ et al., 2020; SHAAT, 2018). Há algumas desvantagens na aplicação de experimentos didáticos dentro da metodologia top down

que impossibilitam a aplicação no ensino remoto e muitas vezes no presencial, como o alto custo dos equipamentos e o alto grau de conhecimento e treinamento para operar os mesmos. Por outro lado, a metodologia botton up aborda o crescimento e controle de espécies em escala molecular, (submicro) até que estas se aglomerem e atinjam tamanhos nanométricos (CHANG, 2006; JIA et al., 2019).

Entre as vantagens desta metodologia está o fato de que podem ser aplicadas em experimentos didáticos, a partir de materiais alternativos e em ambientes fora dos laboratórios formais de química. A Figura 1 ilustra as diferenças básicas das metodologias top down e botton up. Este é o caso, por exemplo, de uma metodologia de síntese de pontos quânticos de carbono proposta por Santos e colaboradores onde o artigo trata da sugestão de um experimento como metodologia didática de introdução à nanociência (SANTOS et al., 2020).

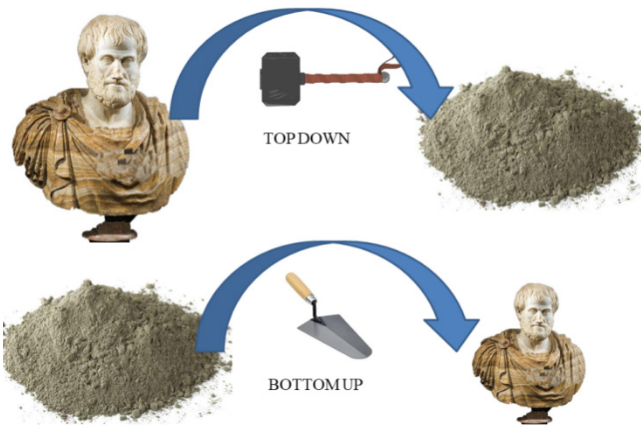


Figura 1. Ilustração para a principal diferença entre a metodologia top down e botton up.

2.1 Fotoluminescência

Os processos de emissão de luz despertam fascínio e são corriqueiros em diversos fenômenos naturais, além disso, são de extrema importância na interação dos seres vivos com o meio ambiente. Existem duas formas pelas quais as substâncias podem emitir luz em circunstâncias normais. Uma ocorre por incandescencia, que se dá através de aquecimento e neste caso segue as leis da radiação do corpo negro que dependente da temperatura. A outra forma ocorre por luminescência, em circunstancias de temperatura bem mais branda que por incandescencia. Neste caso, a luz emitida é dependente das características da amostra, uma vez que depende de estados eletrônicos fundamental e excitado (WINNISCHOFER et al., 2010).

A luminescencia pode ser descrita como emissão de luz na faixa do visível (400-700 nm) do espectro eletromagnético decorrente de uma transição eletrônica. Resumidamente, para entender a ocorrencia de transições eletrônicas, podemos dividir o fenômeno em duas etapas dependentes entre sí. A primeira se refere à absorção, e a segunda à emissão. Em todos os casos, tanto na fluorescencia como na fosforecência, o processo envolve a absorção de uma quantidade discreta de energia necessária para excitar um elétron de um estado inferior para um estado mais elevado de energia. A diferença entre fosforecência e fotoluminscencia pode ser observada visualmente. Em suma, a fluorescência ocorre de forma mais rápida, a emissão é percebido somente enquanto ocorre excitação, por outro lado a fosforência se caracateriza por possuir maior tempo de duração, como ocorre em objetos que "brilham" no escuro, como brinquedos, teclas ascendedoras de lampadas e etc. (ATVARS; MARTELLI, 2002; VAZ et al., 2015).

Estas observações podem ser explicadas pautadamente em princípios quânticos, pois no caso da fluorescência as transições eletrônicas envolvem estados eletrônicos de mesma multiplicidade de spin e a fosforescência envolvem estados eletrônicos de multiplicidade de spin distintos. Consequentemente, a emissão causada por fluorescencia possui tempo de vida curto de luminscencia enquanto que quando causada por fosforecencia tem período de duração de muitos segundos a mais (ATVARS; MARTELLI, 2002; JAMES D. CARR, 2012; VAZ et al., 2015).

2.2 Pontos quânticos

Em escala de tamanho os nanomateriais podem ser encarados como um aglomerado de átomos que são maiores que as moléculas individuais, mas muito pequenos para manter as propriedades do material em escala macroscópica.

Pontos quânticos (PQ) são nanoestruturas cristalinas semicondutoras capazes de produzir éxciton, quando irradiados por certos comprimentos de ondas eletromagnéticas. Um aglomerado de materiais como, os pontos quânticos, podem agir como armadilhas de elétrons. Emissão de fluorescência neles ocorre quando elétrons excitados caem para um nível mais baixo de energia presente em sua estrutura (FANG et al., 2020; MOLAEI, 2019; PONNAIAH; PRAKASH, 2020). Essas estruturas possuem forte relação entre o comprimento da onda da radiação eletromagnética absorvida e emitida, como tamanho das nanoestruturas. Essa propriedade tem chamado bastante atenção de pesquisadores ao redor do mundo devido às muitas aplicações. No entanto, os métodos de síntese de pontos quânticos tradicionais ainda apresentam inconvenientes, como a utilização de metais pesados, muitos dos quais apresentam alta toxicidade ambiental e biológica, como o cádmio (IP et al., 2011; OH et al., 2016).

O presente trabalho trata de uma sugestão de um experimento de baixo custo que pode ser realizado com êxito no ensino remoto para introdução da nanociência na graduação ou no ensino médio. Neste experimento, pontos quânticos de carbono são

sintetizados a partir de materiais de baixo custo e usando equipamentos disponíveis em uma cozinha doméstica.

3 I PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Reagentes e instrumentos

Para síntese dos nanomateriais luminescentes foi utilizado gelatina comercial sem sabor da marca Bretzke adquirida em comércio local. Foi utilizaoa forno micro-ondas 20 L, da marca Consul 1200 W e um forno elétrico 1500 W. Foi utilizado água da torneira tanto para lavar os utensílios quanto para promover a dispersão dos PQCs. Foram utilizados filtros de café, para filtrar os materiais.

3.2 Síntese de PQCs

Uma porção de aproximadamente 02 gramas de gelatina (uma colher média rasa) foi adicionada a uma xícara de porcelana e conduzida ao aquecimento via micro-ondas por 05 minutos. Após a queima da gelatina, foi feito a extração e purificação das nanopartículas a partir da raspagem do material carbonizado e com o auxílio de uma colher o mesmo foi triturado e conduzido ao aquecimento em 150 mL de água até a temperatura de ebulição, onde assim permaneceu por 05 minutos. Posteriormente e após o resfriamento da dispersão, foi feito uma filtração com auxílio de um filtro de café até a retirada de materiais de grande tamanho, obtendo uma dispersão de cor caramelo. A mesma foi conduzida para teste de fotoluminescência em uma caixa equipada com lâmpada de luz negra (UV).

Para efeito de comparação, foi realizado um procedimento de síntese similar usando um forno laboratorial mufla, onda a gelatina foi mantida por 01 hora a 210º C. Os procedimentos de extração e purificação foram conduzidos da mesma forma que na síntese anterior, a figura a seguir resume a rota de síntese.

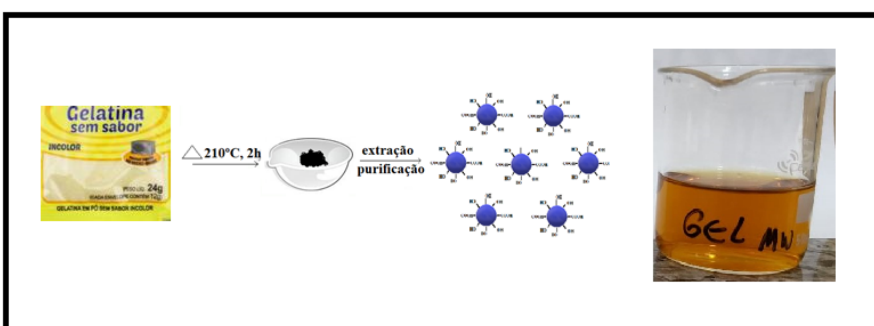


Figura 2. Esquema para síntese de pontos quânticos de carbono.

3.3 Avaliação da luminescência

Para verificar o efeito de fotoluminescência oriundo do material, foi utilizada uma caixa de madeira equipada com luz negra, Figura 3. A mesma foi elaborada artesanalmente com materiais de baixo custo. Para isso foi cortado madeiras prensadas de sucatas de móveis usando as seguintes dimensões: 37 cm de altura, 24 cm de largura e 24 cm de profundidade. Foi embutido um bocal para lâmpada na cavidade acima da caixa sendo o mesmo ocultado por uma peça retangular da mesma madeira. Essa característica permitiu ocultar a lâmpada para tirar boas fotos dos materiais luminescentes. Além disso, foi feito frestas de 05 mm nas madeiras que formam as janelas para visualizar o material, desta forma, foi possível utilizar um vidro de 04 mm parcialmente escuro embutido e corrediço, para bloquear a radiação da lâmpada, caso fosse necessário, seria utilizado radiação de baixo comprimento.

Embora essa caixa tenha sido muito bem elaborada, para a prática pedagógica, sugere-se que os próprios alunos façam seus dispositivos, uma vez que os custos podem ser ainda mais reduzidos ao utilizaram papelão no lugar da madeira, e canetas UV no lugar da luz negra.



Figura 3. Equipamento elaborado para observação da fluorescência.

4 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

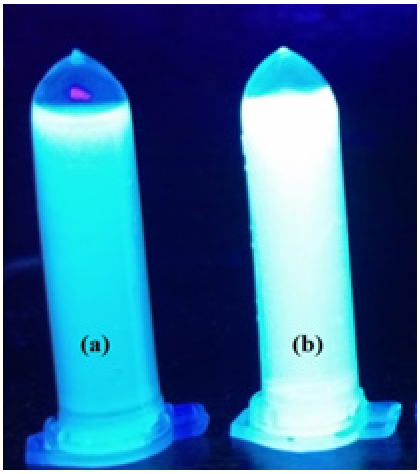


Figura 4. PQCs, precursor gelatina em síntese em micro-ondas (a), síntese em forno mufla (b).

Para uma identificação literária do material foi feito espectroscopia de infravermelho na transformada de Fourier, aonde, por intermédio dos espectros, chegou-se a conclusão que o perfil e as bandas apresentadas foram as mesmas mostradas em trabalhos anteriores (MACHADO et al., 2015; SANTOS et al., 2020; VAZ et al., 2015). Foi observado uma maior fotoluminescência no produto sintetizado na mufla (b), o que sugere que as nanopartículas formadas no mesmo estão em uma menor faixa de tamanho. Além disso, a diferença pode estar relacionada aos parâmetros de controle como a rampa de aquecimento e o tempo de permanência na mesma temperatura que podem ser controlados com o uso da mufla, mas não em micro-ondas domésticos. Por outro lado, o material obtido por aquecimento via micro-ondas (a) também resultou em uma boa fotoluminescência, mostrando assim a possibilidade de realização em ambientes de fácil acesso como em cozinhas.

4.1 Espectroscopia de infravermelho

Dentre as bandas características de absorção identificadas estão as de vibrações de estiramento de O-H, entre 3500 a 3200 cm^{-1}, as de vibração C=O, em torno de 1666 cm^{-1} e em 1137 cm^{-1}, e C-O em torno de 1300 cm^{-1}, indicando a presença de ácidos carboxílicos bem como hidroxilas. A presença de tais grupos funcionais explica a boa dispersão dos PQCs em meio aquoso. A banda localizada em 1461 cm^{-1} está relacionada a ligações C-H, e as bandas 2972 cm^{-1} e 1330 cm^{-1} estão relacionadas a deformação simétrica e assimétrica de $CH_{3,}$ também associadas a vibrações de estiramento, evidenciando a presença de grupos alquilas. As bandas em torno de 3100 cm^{-1} a 3205 cm^{-1} e em 1540 cm^{-1} estão associadas a

deformação N-H, evidenciando a presença de grupos funcionais contendo grupos amino provenientes dos precursores utilizados.

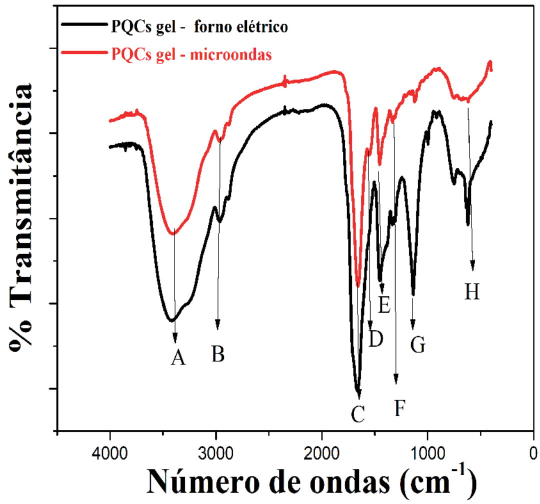


Figura 5. Espectros de infravermelho para os produtos sintetizados em forno mufla e em micro-ondas a partir de gelatina.

PQCs obtidos a partir de pirólise em forno micro-ondas em mufla		
Legenda	Vibração característica	Bandas (cm^{-1})
A	ν* O-H	~3500-3200
B	ν C-H	2872
C	ν C=O	1666
D	δ** N-H	1540
E	ν C-H	1461
F	δ_S CH_3	1330
G	ν C=O	1137
H	ν C=C	751

*ν = vibração de estiramento.
**δ = deformação, que pode ser simétrico (s) ou assimétrico (ass).

Tabela 1. Principais vibrações características dos grupos funcionais na superfície dos PQCs no espectro IV-TF

Tais caracterizações abrem oportunidades para fomentar e discutir com alunos possíveis motivos na diferença de luminescência entre os materiais. Os espectros abaixo mostram a absorbância dos PQCs sintetizados tanto na mufla como no micro-ondas. Na

grande maioria dos casos a fluorescência ocorre em comprimentos de ondas maiores que os da radiação de absorção ou excitação.

Todas as análises consideradas acima, além de parâmetros para identificação e comparação com a literatura, também servem para explorar oportunidades de revisar e praticar assuntos relacionados química analítica e as demais como, orgânica, em especial inorgânica e abordar temas da física como, princípios básicos da óptica e interação da matéria com a luz.

5 I CONCLUSÃO

O uso do forno micro-ondas foi uma excelente alternativa como forma adaptação do experimento, pois propiciou considerável economia de tempo, uma vantagem quando se considera o curto período das aulas. A opção de se fazer a síntese em um forno elétrico foi uma forma de dar opções alternativas, lembrando que a mesma pode ser realizada em forno de fogões doméstico. Com relação à lâmpada utilizada, bem como a caixa de madeira equipada com a mesma, pode ser substituídas por canetinhas UV, facilmente encontradas nas papelarias, bem como caixas de papelão. Essas adaptações objetivam diminuir os custos e simplificar o experimento para favorecer a prática do máximo de alunos possível. É sugerido a escolha de boas plataformas, como o "PadLet" e ferramentas educacionais Google, para que os alunos possam postar fotos de seus experimentos e ter a oportunidade da troca de opiniões e debate. É recomendado fazer uma lista de normas de cuidados com a segurança ainda que o experimento esteja sendo realizado em domicílio. O experimento mostrou ser uma excelente oportunidade para a abordagem de diversos temas da química e física, e principalmente da nanociência, neste sentido, o professor pode e deve explorar a relação triplete da química no sentido de conduzir o estudante a transitar pelos níveis submicro, macro e simbólico ricamente contido no tema "nanociência". O experimento se mostrou viável e de baixo custo, e uma potencial metodologia ativa para a aquisição de conhecimento a cerca do tema sugerido.

Toda via, a adaptação da rota abriu precedentes possibilidades para aplicação da prática no ensino médio, mesmo quando esbarramos em dificuldades inerentes a falta de recursos, o que em muitos casos não o real motivo para a falta de aplicação de metodologias ativas (JOSÉ MORAN, 2018).

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de Eva Nick et al. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980, p. 137. Tradução de Educationalpsychology. New York: Holt, Rinehartand Winston, 1978.

ADAMS, F. C.; BARBANTE, C. Nanoscience, nanotechnologyandspectrometry. **Spectrochimica Acta Part B: AtomicSpectroscopy**, v. 86, p. 3–13, 1 ago. 2013.

AHMAD, A. et al. Extracellularbiosynthesisofsilvernanoparticlesusingthefungus Fusariumoxysporum. **ColloidsandSurfaces B: Biointerfaces**, v. 28, n. 4, p. 313–318, 1 maio 2003.

ATVARS, T. D. Z.; MARTELLI, C. Espectroscopia de luminescência. **Revista Chemkeys**, n. 2, p. 1–9, 2002.

BACCARIN, M. et al. Pen sensor madewithsilvernanoparticlesdecoratinggraphite-polyurethaneelectrodestodetectbisphenol-A in tapandriverwatersamples. **Materials Science andEngineering: C**, p. 110989, 28 abr. 2020.

CHANG, R. P. H. A call for nanoscienceeducation. **Nano Today**, v. 1, n. 2, p. 6–7, 1 maio 2006.

DE JONG, O.; VAN DRIEL, J. The DevelopmentofProspectiveTeachers' ConcernsaboutTeachingChemistryTopicsat a Macro-micro-symbolic Interface. In: BEHRENDT, H. et al. (Eds.). . **Research in Science Education - Past, Present, and Future**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2001. p. 271–276.

DRBOHLAVOVA, J. et al. PreparationandPropertiesofVariousMagneticNanoparticles. **Sensors**, v. 9, n. 4, p. 2352–2362, abr. 2009.

FANG, J. et al. Detectionofsparfloxacinbasedonwater-soluble CuInS2 quantum dots. **Results in Chemistry**, v. 2, p. 100027, 1 jan. 2020.

FOX, M. F. J. et al. Teachinglabsduring a pandemic: Lessonsfrom Spring 2020 andanoutlook for the future. **arXiv:2007.01271 [physics]**, 2 jul. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogía de laautonomía: saberes necesarios para lapráctica educativa**. [s.l.] Siglo XXI, 1997.

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. Introduction: Macro, SubmicroandSymbolicRepresentationsandtheRelationshipBetweenThem: Key Models in ChemicalEducation. In: GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. (Eds.). . **MultipleRepresentations in ChemicalEducation**. Modelos e Modelagem em Educação Científica. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. p. 1–8.

IP, S. et al. 2.03 - PhotonicNanoparticles for Cellularand Tissular Labeling. In: ANDREWS, D. L.; SCHOLES, G. D.; WIEDERRECHT, G. P. (Eds.). . **ComprehensiveNanoscienceand Technology**. Amsterdam: Academic Press, 2011. p. 59–104.

JAMES D. CARR, D. S. H. **QUÍMICA ANALÍTICA E ANÁLISE QUANTITATIVA**. São Paulo: PEARSON, 2012.

JIA, X. et al. Modernsynthesisstrategies for hierarchicalzeolites: Bottom-up versus top-downstrategies. **AdvancedPowder Technology**, v. 30, n. 3, p. 467–484, 1 mar. 2019.

JOSÉ MORAN, L. B. **Metodologias ativas para uma educação inovadora; uma abordagem teórico-prática**. SÃO PAULO: PENSO, 2018.

LÓPEZ, A. J. et al. Developmentofprocessingstrategies for 3D controlled laser ablation: Applicationtothecleaningofstoneworksurfaces. **Opticsand Lasers in Engineering**, v. 126, p. 105897, 1 mar. 2020.

MACHADO, C. E. et al. Pontos Quânticos de Carbono: Síntese Química, Propriedades e Aplicações. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1306–1346, 26 fev. 2015.

MISHRA, L.; GUPTA, T.; SHREE, A. Online teaching-learning in highereducationduringlockdownperiodof COVID-19 pandemic. **InternationalJournalofEducationalResearch Open**, v. 1, p. 100012, 1 jan. 2020.

MOHMMED, A. O. et al. Emergency remote teaching during Corona virus pandemic: the current trend and future directive at Middle East College Oman. **Innovative Infrastructure Solutions**, v. 5, n. 3, p. 72, 1 jul. 2020.

MOLAEI, M. J. A review on nanostructured carbon quantum dots and their applications in biotechnology, sensors, and chemiluminescence. **Talanta**, v. 196, p. 456–478, 1 maio 2019.

OH, E. et al. Meta-analysis of cellular toxicity for cadmium-containing quantum dots. **NatureNanotechnology**, v. 11, n. 5, p. 479–486, maio 2016.

PONNAIAH, S. K.; PRAKASH, P. Carbon dots doped tungstican hydride on graphene oxide nanopanels: A new picomolar-range creatinine selective enzymeless electrochemical sensor. **Materials Science and Engineering: C**, v. 113, p. 111010, 1 ago. 2020.

SANTOS, C. I. L. et al. SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE PONTOS QUÂNTICOS AMBIENTALMENTE AMIGÁVEIS, UM MEIO SIMPLES DE EXEMPLIFICAR E EXPLORAR ASPECTOS DA NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA EM CURSOS DE GRADUAÇÃO. **Química Nova**, v. 43, n. 6, p. 813–822, jun. 2020.

SHAAT, M. Effects of processing force on performance of nano-resonators produced by magnetrons puttering de position. **Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures**, v. 104, p. 42–48, 1 out. 2018.

SILVA, I. P. DA; MERCADO, L. P. L. Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. **Ensino & Pesquisa**, v. 0, n. 0, 14 jan. 2019.

TAKAHASHI, E. K.; CARDOSO, D. C. Experimentação Remota em Atividades de Ensino Formal: um Estudo a Partir de Periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 185–208, 2011.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces ofthechemistry “triplet”. **InternationalJournalof Science Education**, v. 33, n. 2, p. 179–195, 15 jan. 2011.

VAZ, R. et al. Preparação de pontos de carbono e sua caracterização óptica: um experimento para introduzir nanociência na graduação. **Quimica Nova**, v. 38, n. 10, p. 1366–1373, 2015.

WINNISCHOFER, H. et al. Monte Carlo simulation on teaching of luminescence and excited states decay kinetics. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 225–228, 2010.

CAPÍTULO 9

ESTUDO DE VIABILIDADE DA EXPLORAÇÃO DO GÁS DE FOLHELHO NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 01/06/2021

Carla Giovanna Barbosa da Silva
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Manaus - Amazonas
https://orcid.org/0000-0003-0386-0498

Cristianlia Amazonas da Silva Pinto
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Manaus - Amazonas
https://orcid.org/0000-0002-1121-857X

Sávio Raider Matos Sarkis
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Manaus - Amazonas
https://orcid.org/0000-0001-7275-044X

RESUMO: No Brasil, a busca por novas fontes de energia, como a exploração de reservatórios não convencionais, está cada vez mais em debate, onde o emprego de novas tecnologias pela indústria petrolífera vem facilitando a produção e comércio mundial de gás provenientes desses reservatórios. Em virtude deste cenário, questões relacionadas aos impactos ambientais, sociopolíticos, econômicos, e a perspectiva dos benefícios que elevam a viabilidade de produção e exploração. O seguinte trabalho trata-se de um estudo da efetivação da exploração do gás de folhelho na Bacia do Solimões de acordo com as propriedades que o reservatório apresenta, onde terá como base três etapas. Na primeira etapa foi realizado um estudo sobre a Bacia do Solimões e sua formação, de forma contínua a segunda etapa abordou uma discussão em função da regulamentação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A terceira etapa engloba os impactos positivos e negativos que o método de exploração *hydraulic fracturing* (*fracking*) apresenta. Diante disso é apresentada uma solução de consenso para a produção de *shale gas*, através de análises dos impactos positivos e negativos. Por se tratar da região Amazônica, diversos parâmetros devem ser levantados, portanto espera-se indicar a solução mais vantajosa, não apenas para incrementar uma nova fonte de energia à matriz energética brasileira, mas para promover o desenvolvimento regional e econômico.

PALAVRAS - CHAVE: Gás de Folhelho, Impactos Ambientais, Perspectiva, Viabilidade, Amazônia.

VIABILITY STUDY OF SHALE GAS EXPLORATION IN THE AMAZON

ABSTRACT: In Brazil, the search for new energy sources, such as the exploitation of unconventional reservoirs, is increasingly under debate, where the use of new technologies by the oil industry has facilitated the production and world trade of natural gas from these reservoirs. Due to this scenario, issues related to environmental, sociopolitical, economic impacts, and the perspective of the benefits that increase the viability of production and exploitation.The following work is a study of the effective exploration of shale gas in the Solimões Basin according to the properties that the reservoir presents, where it will be based on three stages.In the first stage, a study was carried out on the Solimões Basin and

its formation, continuously the second stage addressed a discussion due to the regulations of the National Agency for Oil, Natural Gas and Biofuels (ANP). The third step encompasses the positive and negative impacts that the hydraulic fracturing (fracking) method presents. Therefore, a consensus solution for the production of shale gas is presented through analyses of the positive and negative impacts. Because it is the Amazon region, several parameters must be raised, so it is expected to indicate the most advantageous solution, not only to increase a new energy source to the Brazilian energy matrix, but to promote regional and economic development.
KEYWORDS: Shale Gas, Environmental Impacts, Perspective, Viability, Amazon.

1 I INTRODUÇÃO

Após a iniciativa dos Estados Unidos na evolução tecnológica para utilização de *hydraulic fracturing* (*fracking*) e outros meios operacionais, a explotação e o desenvolvimento da produção do gás de folhelho (*shale gas*) reduziu de forma significativa o preço do gás natural americano, impulsionando mais a competitividade do país no mercado mundial.

O gás de folhelho é um tipo de reservatório não convencional que necessita de meios operacionais mais complexos, pois o gás encontra-se comprimido nos poros da rocha sedimentar de baixa permeabilidade. O fluido de fraturamento a ser utilizado está atrelado às características do reservatório. Em função de suas características pode ser a base de óleo, aquoso, espuma e de ácido. TAVARES (2010) explica que o fluido mais utilizado é o de base d'água, por conta das vantagens econômicas e das características viscosas que a água apresenta, como a sua alta densidade que facilita a ação do *fracking*. Soma-se ao processo a adição do propante, material granular que suporta os diferentes tipos de tensões, no local de fratura da rocha.

Segundo LAGE, et al (2013), a viabilização para a exploração de reservatórios não convencionais depende de cada país, onde são relacionadas questões políticas, ambientais, institucionais, tecnológicas, sociais, além do investimento e de retorno econômico da produção. De acordo com a ANP (2014), citado por LIMA e ANJOS, (2015), aponta o Brasil como o décimo no *ranking* dos países com os maiores reservatórios não convencionais do mundo.

Com isso, interpreta-se que há ocorrência de grandes reservas de *shale gas* espalhadas no território brasileiro, principalmente nas bacias paleozóicas. Segundo RIBEIRO, (2014), a Amazônia detém potencial na Bacia sedimentar do Solimões, pois a ocorrência de hidrocarbonetos, de acordo com CASTRO & SILVA, (1998), citado por ANP, (2019), teria sido formada durante o magmatismo Juro-Triássico na Bacia do Solimões, em que o craqueamento da matéria orgânica gerou óleo e condensado. A Bacia do Solimões situa-se na região norte do país, limita-se ao norte pelo Escudo das Guianas, ao sul pelo Escudo Brasileiro, a leste pelo Arco de Purus e a oeste pelo Arco de Iquitos, sendo dividida em duas sub-bacias pelo Arco de Carauari, no ocidente a sub-bacia do Jandiatuba e ao

oriente a sub-bacia do Juruá.

Investigar a Bacia do Solimões, de forma que possa haver a perspectiva da exploração de *shale gas* deve-se considerar diversas variáveis, como o impacto ambiental, justamente por se tratar de uma das maiores biodiversidades do mundo. Ademais há fatores principais como a avaliação sociopolítica, relacionada a tribos indígenas que possivelmente podem habitar a área de perfuração. Com isso, ainda há a questão econômica e todo aparato logístico com transporte e equipamentos adequados para a região caso ocorra a produção. Em contradição, outra variável de suma importância que tem de se avaliar, refere-se aos benefícios originados pela exploração que pode fornecer ao Brasil e ao desenvolvimento regional.

2 I METODOLOGIA

Este trabalho possui um caráter exploratório, no qual o objetivo visa a busca pela perspectiva de um consenso para a viabilidade da exploração de shale gas na Bacia do Solimões, situada na região Amazônica, Brasil.

A fonte utilizada para realização da análise das informações, é de essência primária, a revisão bibliográfica é composta por diversas pesquisas referentes a sites, artigos, projetos, documentos, entrevistas e livros, os quais reúnem informações do gás de folhelho no Brasil, em especial os reservatórios da região Norte.

O projeto é constituído em três etapas, a primeira etapa apresenta um estudo associado a Bacia Sedimentar do Solimões, com o objetivo de compreender a formação da bacia e a formação dos reservatórios de gás de folhelho na região, para isso utilizou-se diversas bibliografias com informações da bacia.

A segunda etapa aborda sobre a regulamentação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), onde buscou-se no site da fiscalizadora os requisitos expostos na regulamentação 21/2014, que impõe deveres que as operadoras devem prestar para a exploração de gás não convencional, atrelado ao uso do fraturamento hidráulico.

A terceira etapa abrange o âmbito logístico onde foi avaliado os principais modais disponíveis, levando-se em consideração a localização da área, situada em plena Amazônia, há preocupação em regiões dessa natureza. Por se tratar de um ambiente de mata fechada deve-se instigar estratégias viáveis de modo operacional e econômico destinada ao desenvolvimento dos campos. Para a confecção dos mapas, utilizou-se o software QGIS e de dados em formato shapefiles, disponibilizados em sites governamentais.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 O *shale gas* na Bacia do Solimões

O folhelho é caracterizado como uma rocha argilosa de granulometria pelítica, normalmente rica em matéria orgânica, ratificada pelo teor de Carbono Orgânico Total (COT), apresenta fissilidade e estrutura laminada. Os sedimentos, são típicos de ambientes com escassez de energia, a exemplo de um marinho profundo. Tais características conferem a essa litologia baixa permeabilidade para a rocha e a possibilidade do acúmulo de recursos energéticos, como podemos observar na formação Jandiatuba, Figura 1.

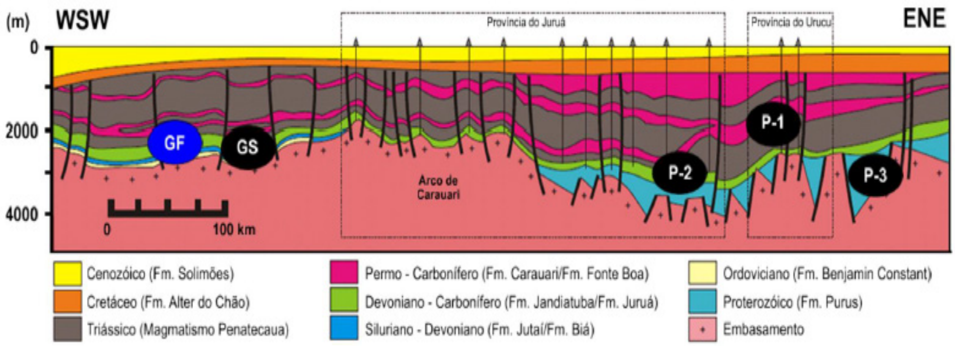


Figura 1- Seção geológica da Bacia do Solimões. (GS) sistema principal, (GF) gás de folhelho, (P) plays exploratórios convencionais.

Fonte: Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás (2019), adaptado de Eiras (1999) citado pela ANP (2002).

Para entender a presença do *shale gas* na Formação Jandiatuba é necessário observar as características petrográficas, estratigráficas e geoquímicas, sem deixar de lado o posicionamento estratigráfico da mesma, com relação a profundidade do depósito, em função do aumento da pressão hidrostática, que influencia diretamente nesse processo. De acordo com ARRIETA, (2016), a origem do gás está relacionada a processos biogênicos em profundidades mais superficiais, inferiores a 2.000 metros, de maneira contrária, o processo termogênico ocorre em profundidades superiores a 2.500 metros.

Portanto, a julgar pela Figura 1, cronologia e a matéria orgânica marinha presente, o *shale gas* devoniano da formação Jandiatuba teria sido originado através do processo termogênico.

3.2 Regulamentação ANP

A décima segunda rodada de licitações ofertadas pela ANP, realizada no ano de 2013, abordava a concessão de cerca de 240 blocos com riscos exploratórios em sete

bacias sedimentares brasileiras, dentre elas algumas com depósitos não convencionais.

A utilização de *fracking* levou a processos liminares provocados pelo Ministério Público Federal de diversos Estados, que ajuizaram a Ação Civil Pública com a disposição da suspensão da décima segunda rodada, especificamente da sessão que aborda atividades exploratórias que dependem dessa técnica.

Entretanto, no ano de 2014, a ANP publicou a Resolução N° 21/2014 que regulamenta os recursos não convencionais com a tecnologia de *fracking*, conferindo ao operador a garantir e cumprir com um Sistema de Gestão Ambiental, sendo responsável pelo envio de relatórios com registros de impactos ambientais e sociais, soma-se a esses parâmetros as informações dos produtos utilizados, com enfoque em seu manejo, e especificações sobre a água utilizada bem como seu descarte. Essa Resolução concede a todas as operadoras o manuseio do faturamento hidráulico, desde que regularizadas com a legislação ambiental e que os requisitos sejam respeitados e cumpridos.

3.3 *Fracking* no depósito

Por conta da espessura do depósito não convencional na bacia do Solimões, 50 metros, EPE, (2019), a perfuração e o fraturamento teriam de ser horizontal, para que haja melhor aproveitamento do recurso. Quanto às características do fluido de fraturamento, atrelada a formação de folhelho na Bacia, os mais indicados para o processo seriam os fluidos a base de água ou de espuma. A possível localização do depósito não convencional na Bacia do Solimões dispõe um acesso mais facilitado ao recurso hídrico, fortalecendo a ideia da utilização do fluido a base de água, sendo necessário precaver o tratamento do fluido após o seu uso.

O propante que pode vir a ser utilizado foi analisado com base na pressão referência do reservatório, para isso de acordo com o EIA (2015), referenciado por MONTEIRO, (2018), a pressão referência pode ser congruente a pressão hidrostática, dessa forma de acordo com a Schlumberger, (2018), citado por MONTEIRO, (2018), tal pressão teria o valor equivalente a 9,792 kPa/m. Com isso, tomando como base a profundidade do topo do reservatório de 3200m, EPE, (2019), tem-se que o produto da profundidade com a pressão referência fornece uma pressão referência do reservatório de 31334 kPa/m, convertendo para *psi* tem-se o resultado de 4544 *psi*. Tomando como base essa pressão de reservatório e os propantes disponíveis para essa pressão, o agente de sustentação do tipo areia, ou *sand frac*, poderá ser aplicado.

3.4 O panorama logístico

Um ponto de extrema relevância social no Estado do Amazonas, está vinculado à demarcação das áreas indígenas que devem ser respeitadas. O local de explotação se encontra fora dessas áreas de proteção, porém caso fosse na Sub-bacia do Jandiatuba, haveria de ser feito perfuração direcional.

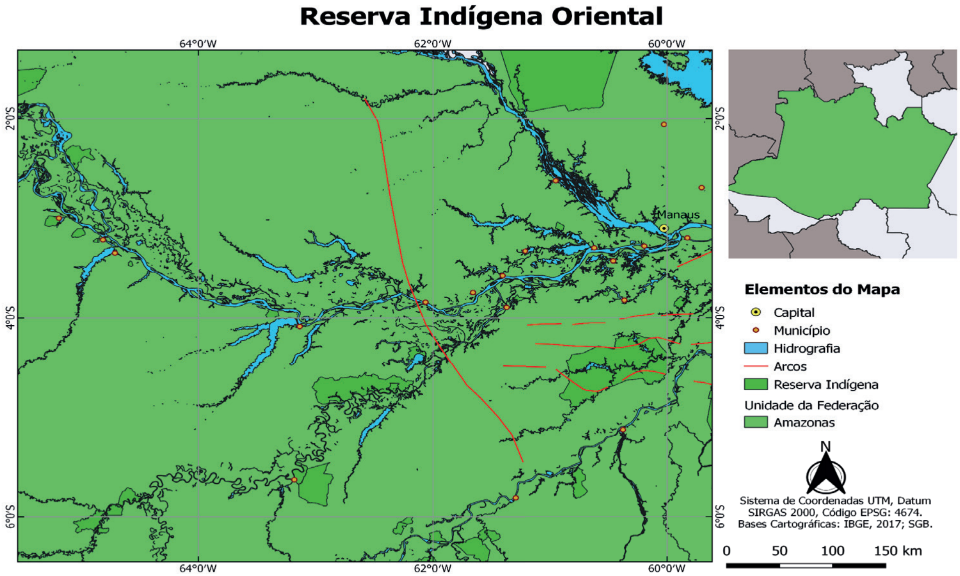


Figura 2 – Distribuição de áreas indígenas na sub-bacia do Juruá

Fonte: Elaborado pela autora.

O Estado do Amazonas possui um acesso a transporte desregulado, tanto com relação a capital, quanto as cidades do interior, dificultando não apenas o trânsito de pessoas a uma cidade para outra, como também atinge de forma considerável o desenvolvimento tanto econômico quanto social, o modal fluvial é o meio de transporte é o mais utilizado.

A Figura 2, ainda aborda um recorte da região amazônica, o possível local de produção do recurso não convencional haveria de ser próximo ao Arco do Purus, por conta das formações de diabásio, como visto na Figura 1.

O principal rio que passa pelo município de Codajás é o Solimões-Amazonas, a navegação em relação a esse rio é favorável ao transporte, sendo navegável durante o ano inteiro. Outros parâmetros interligados a esse rio são a sua largura, que pode variar de 10 a 4 quilômetros, e sua profundidade, que pode alcançar de 8 a 20 metros, essas características são essenciais para o planejamento do transporte de equipamentos operacionais, que poderão ser levados para o local através de balsas e barcaças, caso a área apresente a inviabilidade de transporte por navegação, há a necessidade de recorrer ao transporte aéreo. Vale salientar que em linha reta Codajás está a uma distância de aproximadamente 315 quilômetros da cidade de Manaus, com um tempo de transporte estimado de entorno de 1 dia e 9 horas.

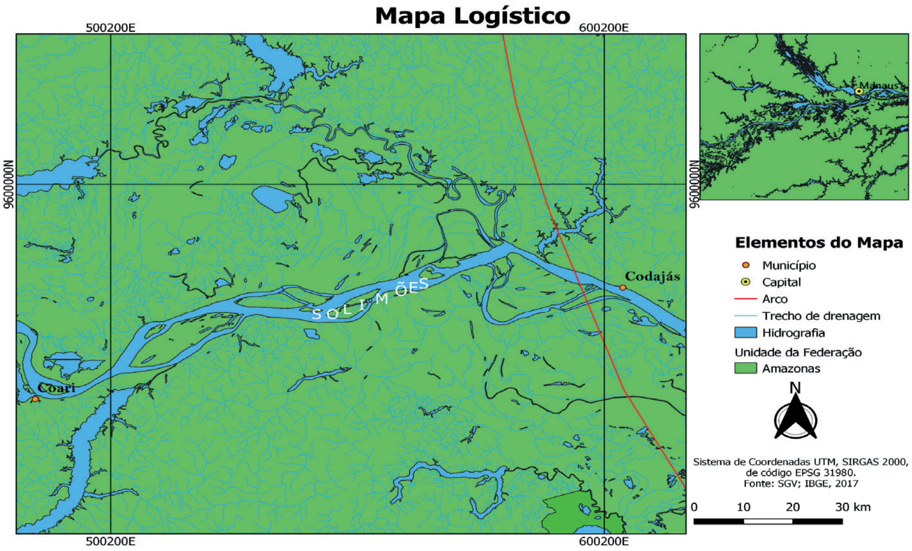


Figura 3 – Modal Disponível.

Fonte: Elaborado pela autora.

É notório na Figura 3 a presença de várias drenagens, elevando a atenção e cuidados com o manuseio de resíduos, principalmente ao fluido de *fracking* de forma a garantir e preservar a integridade dos corpos hídricos, tanto em superfície quanto em subsuperfície. Dentre os resíduos tem-se o *flowback*, o fluido de retorno do *fracking* que carregam elementos do reservatório, uma forma de aparar o *flowback*, estabelecida pela ANP, é através do planejamento de efluentes.

Nota-se na Figura 3, que a área possui vantagens quanto ao recurso hídrico, visto que o *fracking* depende em grande quantidade desse recurso, DELGADO *et al,* (2019) identifica que o volume de água que pode vir a ser utilizada varia entre 5700 a 26500 metros cúbicos.

Outro ponto a ressaltar quanto a logística são portos e terminais, os municípios utilizados como base para receber os equipamentos operacionais podem apresentar desafios com relação a infraestrutura portuária. Dos sessenta e dois municípios, os principais que apresentam terminais e portos mais capacitados, sendo públicos ou privados, restringe apenas a Manaus, Itacoatiara, Parintins, Coari, Humaitá e Tabatinga. Com isso, pode-se observar que o município de Codajás não apresenta um porto com infraestrutura mais elaborada, dificultando quanto ao transporte e armazenagem desses insumos operacionais, pois a navegação nesses municípios está atrelado majoritariamente a condução de passageiros e cargas.

3.5 Viabilidade

Os reservatórios não convencionais possuem um tempo de produção menor que os convencionais, sua produção exige uma área e estruturas mais planejadas. Como visto anteriormente, a prática de produção não convencionais requer um transporte de insumos muito grande, resultando em poluição sonora e atmosférica, para este último ocorre a liberação do benzeno e de outras substâncias, IBASE, (2017). Para o caso da explotação de *shale gas* na Amazônia, apesar de se tratar de uma área remota e distante de regiões habitadas, a poluição sonora poderia afastar os animais presentes naquela região. Analisando de maneira socioeconômica, a explotação de *shale gas* criaria empregos, tanto de maneira direta quanto indireta.

No âmbito operacional, o *fracking* traz um relevante risco de contaminação de aquíferos pelo fluido de fraturamento, consequência de fraturas originadas pelo próprio fluido. Ainda que episódios como esse não sejam tão frequentes é indispensável o planejamento de ações que possam remediar isso. Outra questão relevante ao *fracking*, é o episódio de abalos microssísmicos, ocasionados pela liberação de energia para fraturar o revestimento do poço, essa etapa antecede o uso do fluido de fraturamento. Estudos geofísicos, principalmente relacionados a sísmica, são capazes de fornecer informações de fraturas em subsuperfície, e a partir desses dados tomar medidas operacionais capazes de contornar o problema.

Com relação ao *flowback*, há maneiras para a destinação final como a injeção em reservatórios e na vaporização da água, através dos efluentes. É de total responsabilidade do operador a remoção dos efluentes, alavancando os custos operacionais, principalmente em áreas de difícil acesso, como a região amazônica.

Em contrapartida, a explotação de *shale gas* pode trazer mais vantagens ao desenvolvimento regional, esse benefício torna-se mais relevante quando associados a cidades mais isoladas, tomando como referência o município de Coari que teve diversos ganhos com a produção do gás na Província de Urucu, dentre esses ganhos destaca-se a redução de poluentes lançados na atmosfera, somado ao ganho socioeconômico.

O modal fluvial, como visto, apresenta alguns desafios com relação a infraestrutura dos portos próximos ao local escolhido, no entanto o transporte por navegação apresenta vantagens quanto ao seu uso, dentre eles o baixo custo de operação, manutenção, impacto ambiental, e a facilidade de transportar toneladas de equipamentos. A utilização de transporte por esse modal demandaria um alto fluxo de insumos que acarretaria na redução da tarifa hidroviária.

Apesar da região amazônica deter de imensas reservas de gás, seja de reservatórios convencionais ou não convencionais, ainda existe uma grande indiferença quanto a demanda desse recurso no Estado do Amazonas, na cidade de Manaus seu consumo é requerido principalmente nas termelétricas, no setor industrial e de maneira ínfima no

âmbito veicular. A tarifa do gás natural, na região do Amazonas, é estimada com base na demanda, mesmo tendo um extenso volume de produção do gás natural na província de Urucu.

O gráfico a seguir apresenta o consumo de gás natural pelo Estado do Amazonas dentre os anos de 2009 e 2018.



Gráfico 1 – Consumo de Gás natural.

Fonte: Gráfico elaborado pela autora com base em dados da ANP, 2019.

O Gráfico 1 mostra uma variação quanto ao consumo do gás, isso identifica que ainda é preciso desenvolver e estimular o uso do gás natural para a região, alavancando em diversos aspectos positivos. A implementação dos recursos não convencionais, principalmente o *shale gas*, aumentaria a competitividade na matriz energética e a produção, podendo ser distribuído para toda a região Norte.

No que tange à estipulação de um valor econômico para a explotação de *shale gas* na região amazônica, desde a etapa logística até a questão de operação da jazida, apresenta um valor estimado em U$ 53.338.591,61 milhões de dólares, vale ressaltar que está com base na cotação do dólar americano, valor de R$ 5,30, esse valor foi estimado com base no trabalho de BONFIM, (2000), que estipula os custos para a província de Urucu, somado ao trabalhos de SANTANNA, (2003), que fornece o custo do fraturamento hidráulico com o fluido a base de água.

4 I CONCLUSÃO

A região amazônica ao voltar para seus recursos energéticos apresenta um setor mais limitado, diferentemente da região nordeste que apresenta uma descentralização maior quanto a demanda de energia, apesar disso o Estado do Amazonas possui imensas

reservas com relação ao recurso energético não renovável, o gás natural, seja por reservatórios convencionais ou não convencionais.

O grande desafio, com relação a questão do *shale gas*, está correlacionada a tecnologia necessária para a produção, o fraturamento hidráulico, bem como o equilíbrio com a seara ambiental, haja vista que a região amazônica representa uma diversidade singular de fauna e flora.

Um dos problemas não está atrelado a resoluções operacionais, haja vista que a produção de *shale gas* está presente a vários anos no cenário internacional, propondo diversas maneiras de contornar situações ou desafios operacionais, o grande problema é aplicar na realidade condizente com determinada região somado a política que cada país apresenta.

Portanto realizar um planejamento preventivo, de forma a mitigar os impactos ambientais, bem como encontrar maneiras para soluções mais eficazes com relação ao descarte de resíduos, além de zelar pelo cuidado da saúde humana buscando não apenas a viabilidade econômica, mas o melhor indicador social e ambiental, torna-se essencial para uma exploração de reservatórios não convencionais mais segura, com o intuito de fortalecer cada vez mais a segurança energética.

REFERÊNCIAS

ANP. **12ª Rodada de Licitações de Blocos**. Disponível em: < http://rodadas.anp.gov.br/pt/concessao-de-blocos-exploratorios-1/12-rodada-de-licitacao-de-blocos>. Acesso em: 17 de abr. 2019.

ANP. **BACIA DO SOLIMÕES.** 2019. Disponível em: http://rodadas.anp.gov.br/arquivos/Oferta_Permanente/Mapas_campos/sumario-jurua-amazonas.pdf . Acesso em: 20 de março. 2020.

ARRIETA, Dalma. **Fraturamento Hidráulico em Reservatórios Não Convencionais de Gás em Folhelho: Simulação Através do método dos elementos discretos**. 2016. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/colecao.php?strSecao=resultado&nrSeq=33861@1 . Acessado em: Abril de 2020.

BONFIM, Pedro Roberto Almeida. **Estruturação de Sistema Logística Integrado para a Exploração e Produção de Petróleo em Área Remota**. 2000. Dispnível em: file:///C:/Users/Maria%20haide/Downloads/log%C3%ADstica%20em%20%C3%A1rea%20remota%20(1).pdf. Acessado em: 07 de Março de 2020.

BRANSKI, Regina M. **Logística na Cadeia de Petróleo: Uma Revisão Sistemática**. 2015. Disponível em: https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/409397/mod_resource/content/1/AC610_Log%C3%ADstica%20na%20Cadeia%20do%20Petr%C3%B3leo.pdf. Acessado em: Maio de 2020.

CAPUTO, Mário. **Bacia do Solimões: Estratigrafia, Tectônica e Magmatismo**. ResearchGate, 2014. Disponível em: file:///C:/Users/H160/Downloads/BaciadoSolimesEstratigrafiaTectnicaeMagmatismo%20(1).pdf. Acessado em 29 de dezembro de 2019.

CAPUTO, Mário. **Geologia do Petróleo da Bacia do Solimões. O “ Estado da Arte”**. ResearchGate, 2007. Disponível em: file:///C:/Users/H160/Downloads/BARATACAPUTO_4PDPETRO_FINAL3%20(4).pdf. Acessado em: 29 de dezembro de 2019.

CAPUTO, Mário. **Sedimentação e Tectônica da Bacia do Solimões**. ResearchGate, 1991.Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Mario_Caputo4/publication/321136797_Sedimentacao_e_Tectonica_da_Bacia_do_Solimoes/links/5a11f459458515cc5aa9cdc2/Sedimentacao-e-Tectonica-da-Bacia-do-Solimoes.pdf > . Acesso em: 18 de abr. 2019.

DELGADO, Fernanda *et al.* **O Shale Gas à espreita no Brasil: Desmitificando a exploração de recurso de baixa permeabilidade**. Cadernos FGV energia, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/H160/Downloads/web_book_-_cadernofgv_-_shale_gas%20(9).pdf. Acessado em 21 de agosto de 2019.

DIAS, L. E. B. & MACIEL, J. S. C. **Diagnóstico da Logística e Infraestrutura do Transporte Hidroviário de Cargas no Amazonas**. In: 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2018). Cidades e Territórios - Desenvolvimento, atratividade e novos desafios. Coimbra – Portugal. 2018.

DIELE, Bianca. **Princípio da Precaução Pública e as implicações do fracking na saúde ambiental e pública**. IBASE, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/H160/Downloads/LIVRO_fracking_ibase_set2017%20(2).pdf. Acessado em 29 de setembro de 2019.

DONATO, Vitório**. Logística para a indústria do petróleo, gás e biocombustíveis: estudo das redes logísticas estruturadas para atuarem em sistemas complexos de produção**. Primeira edição. São Paulo : Érica, 2012.

EIRAS, Jaime *et al.* **Bacia do Solimões**. 1994. Disponível em : file:///C:/Users/H160/Downloads/_Bacia_do_Solimoes%20(1).pdf. Acessado em 10 de outubro de 2019.

EPE. **Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás**. 2019. Disponível em: http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-435/EPE_DPG_ZNMT_2017-2019_18dez2019.pdf. Acesso em 08 de Março de 2020.

GOMES, Maurício. **Estudo do Mercado brasileiro de gás natural contextualizado ao shale gas**. 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/38375/000823873.pdf?sequence=1>. Acesso em: 18 de abr. 2019.

GOVERNO do ESTADO do AMAZONAS. **Com gás natural, usina atende 100% de Coari e reduz emissões**. 2020. Disponível em: http://www.amazonas.am.gov.br/2020/03/com-gas-natural-usina-atende-100-de-coari-e-reduz-emissoes/. Acessado em Junho de 2020.

IBASE. **Fracking exploração de recursos não convencionais no Brasil: riscos e ameaças**. Primeira edição. Rio de Janeiro, 2017.

LAGE, Elisa *et al.* **Gás não convencional: experiência americana e perspectivas brasileira para o mercado brasileiro**. 2013. Disponível em: < https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1508?&locale=es >. Acesso em: 18 de abr. 2019.

LIMA, Átila & ANJOS, José. **Shale gas: Riscos ambientais de sua produção para o Brasil**. 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/H160/Downloads/3353-7649-1-SM.pdf>. Acesso em: 17 de abr. 2019.

MONTEIRO, Jéssica. **Avaliação do Potencial de Produção de Reservatórios não Convencionais nas Bacias do Amazonas e do Paraná**. 2018. Disponível em:http://200.129.163.19:8080/bitstream/prefix/5519/6/TCC_J%C3%A9ssica%20Monteiro. Acessado em junho de 2020.

NAZARÉ, Cláudia. **Processamento Sísmico CMP e CRS de Dados Sintéticos Acústicos e Elásticos Representativos das Bacias Paleozóicas da Região Amazônica**. 2007. Disponível em: file:///C:/Users/H160/Downloads/Cl%C3%A1udia%20Priscila%20Pereira%20Nazar%C3%A9%20(M)%20(3).pdf. Acessado em 28 de dezembro de 2019.

NETO, M. A. C. C. A. **Influência do Propante de Fraturamento Hidráulico Na Produção de Reservatório Tight Gas**. 2017. Disponível em: < https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/5183/1/final%20Marco_Aur%C3%A9lio_TCC_pdf%20.pdf >. Acessado em maio de 2020.

PETROBLOGGUER. **Types of hydraulic fracturing fluids**. Disponível em:< http://www.ingenieriadepetroleo.com/types-hydraulic-fracturing-fluids/>. Acesso em: 03 de maio. 2019.

RIBEIRO, Wagner. **Gás de xisto no Brasil: Uma necessidade?**. 2014. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142014000300006&script=sci_arttext>. Acesso em: 17 de abr. 2019.

SAMBERG, Eduardo *et al*. **Aspectos ambientai e legais do método de fraturamento hidráulico no Brasil**. 2014. Disponível em : <http://www.abes-rs.org.br/qualidade2014/trabalhos/id903.pdf>. Acesso em : 17 de abr. 2019.

SANTANNA, Vanessa C. **Obtenção e Estudo das Propriedades de um novo Fluído de Fraturamento Hidráulico Biocompatível**. 2003. Disponível em: http://www.nupeg.ufrn.br/documentos_finais/teses_de_doutorado/teses/vanessa.pdf. Acessado em: Maio de 2020.

SANTOS, Marilin & MATAI, Patrícia. **A importância da industrialização do xisto brasileiro frente ao cenário energético mundial**. 2010. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672010000400012&script=sci_abstract&tlng=pt#:~:text=O%20artigo%20conclui%20que%2C%20para,pre%C3%A7o%20do%20barril%20de%20petr%C3%B3leo. >.Acesso em : 18 de abril. 2019.

SIMÕES, Raul de Bonis; FERNANDES, Elton e MACHADO, Waltair V. **Reflexões sobre Desenvolvimento, Transporte e Logística na Amazônia Brasileira** – Manaus, Am: Edua, 2011.

TAVARES, Lucas. **Estado da arte da operação de fraturamento hidráulico**. 2010. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/1571/1/Lucas%20Silveira%20Tavares.pdf>. Acesso em: 02 de maio. 2019.

CAPÍTULO 10

JOGO LÚDICO COMO ESTRÁTEGIA DE METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DOS CONCEITOS BÁSICOS EM QUÍMICA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 25/03/2021

Antonio Ramon Freitas Moura
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Fortaleza – Ceará
http://lattes.cnpq.br/7515800125352802

Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Fortaleza – Ceará
http://lattes.cnpq.br/7921122115673207

Stephany Swellen Vasconcelos Maia
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Fortaleza – Ceará
http://lattes.cnpq.br/9623509260683698

Henety Nascimento Pinheiro
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Fortaleza – Ceará
http://lattes.cnpq.br/5325214432461655

Beatriz Jales de Paula
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Fortaleza – Ceará
http://lattes.cnpq.br/2893531929435636

Bárbara de Fátima do Nascimento Pereira
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Fortaleza – Ceará
http://lattes.cnpq.br/9224493951993919

Samantha Valente de Oliveira
Universidade Estadual do Ceará - UECE
Fortaleza – Ceará
http://lattes.cnpq.br/2796034877490781

RESUMO: No Brasil, diante da necessidade de uniformizar o ensino a partir dos temas de diferentes áreas de conhecimento, a fim de gerar um processo continuo de aprendizagem, um conjunto de métodos de qualidade foi proposto para a educação, denominado PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS - PCN. Estudos enfatizam algumas lacunas na formação docente, onde se há o privilegio do uso de métodos repetitivos e tradicionais que ocasionam o alto índice de desinteresse do discente. O progresso educacional vem sofrendo adaptações pela influencia de estratégias estimulantes e que estimulem por meios alternativos o desenvolvimento das competências e habilidades dos alunos. No ensino de química a utilização de jogos lúdicos passa a ser o foco de grandes pesquisas. A vigente pesquisa foi ordenada pela criação de um jogo lúdico como ferramenta metodológica para o aperfeiçoamento do ensino de química com destaque nos conceitos básicos, a aplicação e analise de resultados obtidos foram equiparados aos resultados já conhecidos indicando o atual rendimento. O quociente da analise dos resultados apurados restringiu-se fixamente aos quatro níveis iniciais do jogo, gerando um rendimento similar entre as amostras, ainda que abaixo do valor global. É possível compreender que os discentes ainda demostram deficiência nos conceitos básicos da Química que vem seguindo como problemática desde a educação básica. Entretanto, constata-se com base nos dados apresentado que a metodologia criada mostrou-se eficiente quando se almeja dinamismo, interação e disciplinaridade para a revisão de conceitos básicos do ensino de

Química.
PALAVRAS - CHAVE: Jogos lúdicos, Métodos alternativos, Aperfeiçoamento do ensino de Química.

PLAYING AS AN ALTERNATIVE METHODOLOGY STRATEGY FOR TEACHING BASIC CONCEPTS IN CHEMISTRY

ABSTRACT: : In Brazil, in view of the need to standardize teaching based on themes from different areas of knowledge, in order to generate a continuous learning process, a set of quality methods was proposed for education, called NATIONAL CURRICULAR PARAMETERS - PCN. Studies emphasize some gaps in teacher education, where the use of repetitive and traditional methods is privileged, which causes the high rate of disinterest in the student. Educational progress has undergone adaptations due to the influence of stimulating strategies and that stimulate, by alternative means, the development of students' skills and abilities. In teaching chemistry, the use of playful games becomes the focus of major research. The current research was ordered by the creation of a playful game as a methodological tool for the improvement of the teaching of chemistry with emphasis on the basic concepts, the application and analysis of results obtained were compared to the results already known indicating the current performance. The quotient of the analysis of the results obtained was fixedly restricted to the initial four levels of the game, generating a similar yield between the samples, although below the global value. It is possible to understand that students still show deficiency in the basic concepts of Chemistry that has been following as a problem since basic education. However, it can be seen, based on the data presented, that the methodology created proved to be efficient when aiming for dynamism, interaction and disciplinarity for the revision of basic concepts of the teaching of Chemistry.
KEYWORDS: Ludic game, Alternative methods, Improvement of Chemistry teaching.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, o ensino Brasileiro é constituído pela junção de fragmentos de outros modelos educacionais que foram pilares em diversas civilizações, e que apresentavam a necessidade de organização dos melhores pontos de cada modelo para que fosse concluída a criação de um modelo completo. Diante essa necessidade de seguir uma linha contínua de meios educacionais que levasse ao êxito educativo, nascem os PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN) como um conjunto de métodos de qualidade para a educação, que tem por função orientar e garantir coerência dos investimentos no sistema educacional Brasileiro (BRASIL, 1997).

A educação como ensino é o meio pelo qual todo e qualquer conhecimento é passado por gerações, por diferentes maneiras e abordando diferentes conceitos característicos em cada cultura (CRUZ, 2007). Está presente em todas as civilizações ao longo dos séculos, se modificando, aprimorando e trazendo traços importantes ao futuro do ensino.

Estudos mostram que a Grécia é berço de nossa civilização, onde é possível

observar valores como a educação totalitária de Esparta e a educação embasada no diálogo introduzida por Sócrates, ambas buscando a formação de um ser perfeito (FILHO, 2010). Além do modelo educacional Grego, outros foram pautados servindo de apoio para construção do atual modelo Brasileiro, o jesuítico que é característico pela aplicação repetitivas de ideias e o modelo Iluminista idealizado pela quebra do regimento de verdades absolutas (MOURA, 2020 *Apud* MARCONI, 2015), por consequência o modelo educacional moderno forma professores com lacunas.

Segundo SILVA e SALES (2018) há uma deficiência na formação docente que prioriza a repetição de ideias consequente dos modelos educacionais, impossibilitando a promoção futura do aprendizado conceitual. Ressalta ainda Silva e Sales (2018), que o docente/professor deve se desfazer do caráter de protagonista e assumir a posição de contribuinte junto com o aluno na construção da aprendizagem.

Ainda que os estudos destaquem o professor como meio para modificar o ensino, a heterogeneidade social em que o aluno está inserido está diretamente ligada ao desenvolvimento educacional do sujeito, onde fator como vivência, baixo poder aquisitivo e etc., podem facilitar o desempenho cognitivo, como também pode retroceder o mesmo (SILVA; SALES; ALVES, 2018). Tornando possível a clara visualização de que o ensino é um processo contínuo e variado.

A evolução do modo de repassar um conceito e/ou definição é decorrente da constante mudança dos modelos mentais dos alunos que amadurecem (SILVA; SALES, 2018). Considerando a evolução dos métodos de ensino, o uso da Tecnologia informação e comunicação (TIC) pode se tornar um forte aliado no processo de elaboração de estratégias de ensino e aprendizagem em Química (FIRMINO et al., 2020).

O estudo apresentado por Norjosa *et al* (2019) esclarece que o ensino de química pode se tornar ainda mais complexo quando o aluno não é submetido a situações que está constantemente vivenciando. Norjosa *et al* (2019) também cita que mesmo com o uso de livros didáticos contextualizados, não proporcionam em muitas das vezes uma boa associação com a realidade.

O aluno tende a desenvolver melhor suas competências e habilidades no ensino de química com estratégias estimulantes e que abordem a mesma problemática por meios investigativos ou de discursão, e o ensino tende a se tornar mais prazeroso, dinâmico e palpável aos discentes (MOURA, 2020). Segundo Moreira (2015) estratégias como diagnósticos discutidos, estudo de casos, esquemas e sistemas representativos são modelos de métodos que contribuem para um bom desenvolvimento de um dado conteúdo proposto pelo docente.

Leão, Dutra e Alves (2018) também exemplificam algumas estratégias alternativas que podem vir a agregar positivamente no ensino e aprendizagem, sempre fazendo uma correlação com o cotidiano do aluno.

PARÓDIAS	FILMES CINEMATOGRÁFICOS
TRABALHO EM GRUPOS	JOGOS EMPRESARIAIS
MAPAS CONCEITUAIS	JOGOS DIDÁTICOS
PALESTRAS	PRODUÇÃO DE FÓRUNS
ESTUDO DE CASOS	JÚRI SIMULADO

Tabela 1: Estratégias de ensino e aprendizagem alternativas.

Fonte: Adaptado de LEÃO, DUTRA, ALVES (2018).

Quanto à utilização de jogos como estratégia de ensino e aprendizagem em química, Costa (2016) salienta que o uso de jogos lúdicos traz ao ambiente e ao planejamento uma versatilidade que os métodos convencionais não proporcionam, e que podem trazer malefícios nas mesmas proporções que os benefícios.

A ciência e o mundo vêm se desenvolvendo e evoluindo entre os mais diversos aspectos, mostrando necessidade de adaptação e capacitação para poder repassar o novo conhecimento que vem sendo gerado com o avanço das interações entre as Ciências, Tecnologias e Sociedade (CTS) (SILVA, 2011).

> A ciência como um todo, proporcionou ao mundo transformações políticas, econômicas e sociais, transformação que nos ajudam a compreender o passado e que nos facilitam ter uma noção do futuro. "É comum considerarmos ciência e tecnologia motores do progresso que proporcionam não só o desenvolvimento do saber humano, mas, também, uma evolução real para o homem" (MOURA; 2020, p 28 A*pud* PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p 72).

Com o mesmo avanço, cresce a ideia de que a própria evolução científica bastaria por si só, e não acarretaria problemas pelo excesso ou má uso do conhecimento (FIRMINO; *et al*., 2019).

Autores como Nunes, Nunes (2007) e Damascena, Carvalho e Silva (2018) enfatizam o desinteresse no ensino de ciência e matemática sendo uma dificuldade mundial na formação dos professores, e a qual os alunos mostram cada vez mais o mínimo de interesse possível. Atualmente, as dificuldades de aprendizado vem sendo abordado entre os profissionais e pesquisadores da área, e cresce a necessidade em abordar a problemática que se encontra o ensino de Química nas escolas públicas.

No contexto atual, o ensino de Ciências com foco em Química é caracterizado como uma prática carregada negativamente para ambos os lados, descrito muitas das vezes como "ensino cansativo" (MOURA, 2020). O estudo apresentado por Damascena, Carvalho e Silva (2018), justifica de forma introdutória que a abordagem predominante atual é regida pelo método convencional criticado por diversos pesquisadores da área de ensino.

Estudos de criação e aplicação de novas ou complementação de metodologias alternativas aplicadas ao ensino vêm se disseminando por todo âmbito educacional de forma a proporcionar aos educadores, meios viáveis e que com um bom planejamento de ação, podem produzir um ótimo rendimento escolar no assunto que for aplicado.

De acordo com Cunha (2012) os jogos lúdicos/ didáticos podem e devem ser um recurso complementar dentro do planejamento do professor e em qualquer área do ensino, possibilitando observar o uso desses recursos não convencionais na área do ensino. Por exemplo, a contabilidade descrita por ORTIZ (2005) e justificado com o pensamento reformulado por Silva, Sales e Alves (2018) *apud* (CARVALHO; GIL; PEREZ, 2001) faz-se necessário compreender o profissional que leciona um dado conhecimento, precisa impor um caráter imperioso de construção de métodos conduzindo o discente a evoluir nos seus conhecimentos já adquiridos e aprimorem habilidades, conduzidas de forma sistemática.

Embora exista um banco de dados extenso de pesquisas sobre o uso dessa estratégia de aprendizagem que quando bem utilizada facilita o aprendizado, a Química ainda segue pouco utilizando essa metodologia para um maior dinamismo e rendimento dentro de sala de aula (CUNHA, 2012). Tudo isso implica na busca de novas estratégias para aperfeiçoar o rendimento acadêmico dos alunos de ensino médio no ensino de Química.

2 | MATERIAIS E METODOS

O projeto, criação e confecção do jogo Escalada Química tiveram por objetivo propiciar forma a uma ferramenta que pudesse ser aplicada para avaliar os conceitos básicos de química apresentados nas aulas para alunos do Ensino Médio.

2.1 Materiais utilizados no desenvolvimento do "ESCALADA QUÍMICA"

- Aplicativo computacional PowerPoint.
- Colagem de formas e uso de siglas da tabela periódica.
- Lona para Banner (material que o jogo foi impresso de tamanho 90 cm de largura e 120 cm de altura).
- Personagens impressos e plastificados (Avatares do jogo).
- Imãs (em cada personagem e cada "casa" do jogo).
- Cartões Perguntas-Resposta impressos e plastificados.
- Cola Superbond.
- Livro Química – a ciência central – 9ª edição.

2.2 Construção e montagem do jogo

Pensando em desenvolver um jogo que proporcione interação dos alunos, instigar a busca dos mesmos por meio da pesquisa para responder as questões postas dentro do jogo e ainda analisar a desenvoltura dos alunos nas respostas por meio da observação do aplicador/ professor.

- Selecionou-se dentre os assuntos de Química exposto na tabela 2 abaixo.

Níveis	Conteúdos abordados
1 (1-4)	Tabela periódica
2 (5-8)	Misturas e Soluções
3 (9-12)	Ligações Químicas
4 (13-16)	Reações Químicas
5 (17-20)	Ácidos e Bases
6 (21-24)	Compostos de carbono
7 (25-28)	Cadeias de carbono

Tabela 2: Níveis e conteúdos abordados dentro do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor

- Construção visual do jogo pelo aplicativo computacional PowerPoint.

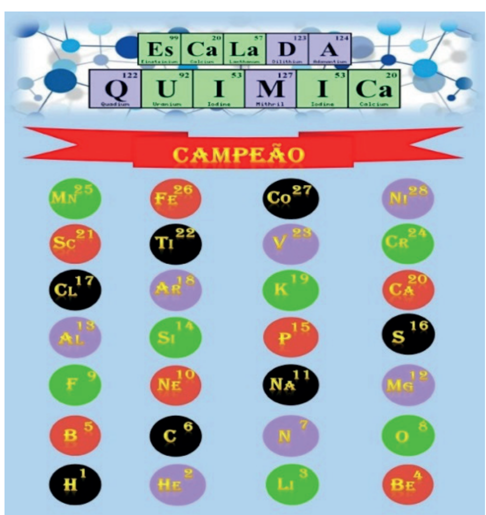


Figura 1: Jogo ESCALADA QUÍMICA.

Fonte: Elaborado pelo autor.

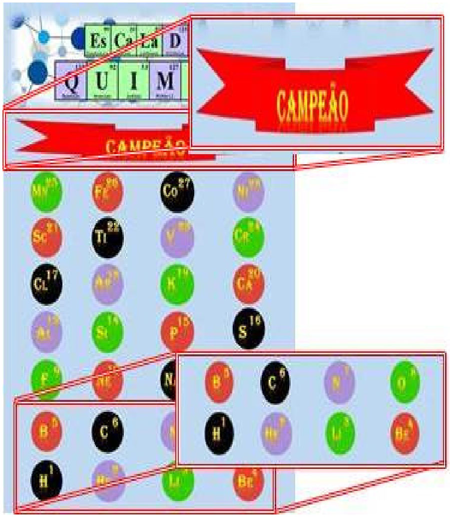


Figura 2: Níveis do jogo no tabuleiro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Enviado o arquivo (Layout do jogo) a ser impresso na Lona de Banner e colagem dos imãs no verso.
- Confecção dos cartões-respostas e plastificação dos mesmos.

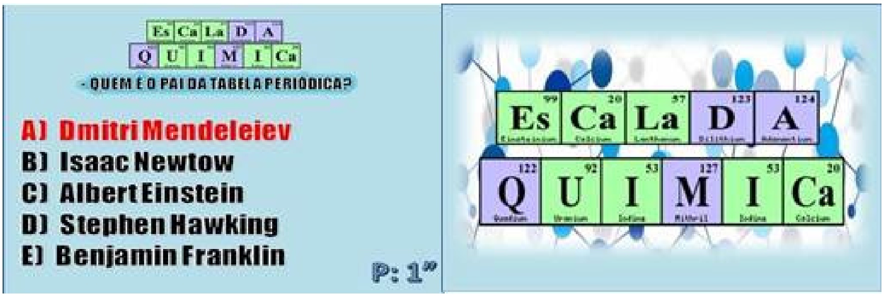


Figura 3: Frente-Verso dos cartões-resposta do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Impressão, plastificação dos Avatares (personagens) e colagem dos imãs no verso.



Figura 4: Frente/Verso dos personagens representativos do jogo.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

2.3 Regras do jogo "ESCALADA QUÍMICA"

As regras devem ser a maior preocupação do professor quando se deseja aplicar um jogo em sala de aula. Grande parte das vezes o objetivo final do jogo não é alcançado devido a falhas nas regras.

Quanto às regras do jogo:

- O aluno terá um tempo máximo de 30 segundos para responder.
- Após responder a pergunta corretamente, o personagem deverá ser posto no elemento correspondente a pergunta feita.
- O jogador pode escolher uma segunda pergunta caso não saiba a primeira.
- O jogador que responder todas as questões corretamente e chegar ao final, vence o jogo.

2.4 Aspectos metodológicos

Esse projeto foi desenvolvido com quatro (4) turmas de duas Escolas Públicas, situadas no município de Fortaleza, no estado do Ceará, todas de 3º ano do ensino médio totalizando 129 alunos participantes desse estudo descrito na tabela 2, que foi desenvolvido em 03 etapas.

Escola	Turno	Número de alunos
1	Manhã	61
2	Manhã	68

Tabela 3: Descrição das turmas, turnos e número de alunos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira etapa consistiu no desenvolvimento do jogo. A segunda foi a da aplicação do jogo, e última etapa está relacionada com a coleta das informações e interpretação dos resultados.

Aplicou-se o jogo, que consistia de uma esquema de perguntas e respostas em progresso gradual. Cada turma teve a aplicação feita em 50mim.

A metodologia foi realizada junto ao professor regente, no horário da aula. Em cada turma, foram formados quatro grupos, e ao final de cada aplicação foram anotados os resultados para análise.

A metodologia consiste nos grupos escolherem seu Avatar (Figura 4) e cor do Elemento químico do tabuleiro. O jogador deverá seguir até o final da aplicação na cor, simulando assim uma escalada, como explica a figura 5**.**

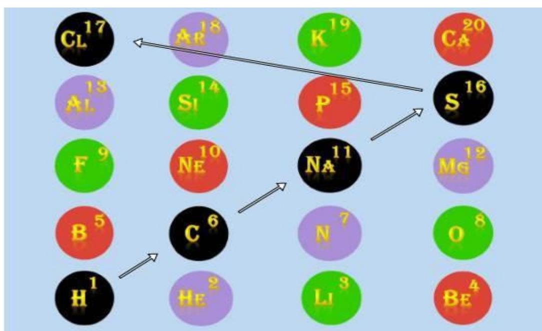


Figura 5: Esquema sequencial do avanço dentro do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O aplicador deverá decidir qual jogador/grupo dará início à partida, o escolhido começará respondendo a primeira pergunta que corresponde à cor do elemento químico escolhido pelo aluno no início do jogo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O público da pesquisa foi de cento e vinte e nove alunos. Optou-se pela analise dos resultados e calculo da média dos alcances gerais para se discutir o desempenho. Diante dos objetivos do presente projeto, foi possível a criação do jogo como metodologia alternativa na reprodução dos conceitos básicos do ensino de Química. A avaliação foi dada por quatro grupos de cada turma, analisando assim os alcances de cada grupo individualmente.

A primeira escola teve aplicação em 2 turmas no turno da manhã, apresentando os resultados mostrados na figura 6.

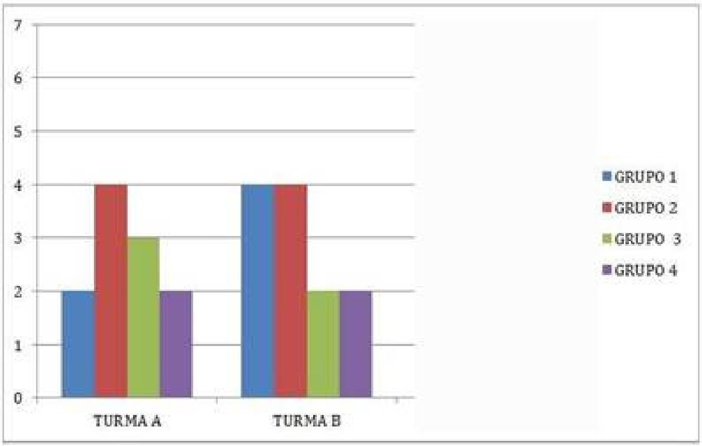


Gráfico 1: Alcances dos grupos das turmas A e B na escola 1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dada a analise das turmas da escola 1, é possível observar que as turmas obtiveram resultados parcialmente diferentes e parcialmente iguais nos alcances de níveis, sendo iguais os grupos 2 e 4 com alcances até o nível quatro e dois, respectivamente. Ambos os níveis abordam conteúdos ministrados nos anos iniciais do ensino médio.

Já os segundos grupos das duas turmas obtiveram dentre os demais grupos os maiores alcances, sendo o nível 4 do jogo, que corresponde às reações químicas ministrados no 2° ano do ensino médio. Diante dos resultados, afirma-se que o grupo 2 das duas turmas detém o conhecimento nos 3 níveis iniciais, entretanto, não obtiveram êxito no nível 4, caracterizando assim, dificuldades nesse eixo temático.

Enquanto a turma A mostra resultados predominantemente heterogêneos, a turma B divide-se em um percentual homogêneo de 50% mostrados na figura 6. A turma B demonstra dificuldades tanto nos assuntos de 1º ano, quanto de 2º ano nos conhecimentos básicos da Química do ensino médio.

Em analise dos resultados, há uma percepção quanto ao percentual do grau de dificuldade nos conceitos dentro dos níveis do jogo. Dentre os 7 temas que norteiam os níveis de conhecimento do jogo (tabela 2), 4 deles se destacaram no processo positivamente e negativamente. Na escola 1 em destaque, conteúdos se destacaram negativamente como mostra a figura 7 a seguir.

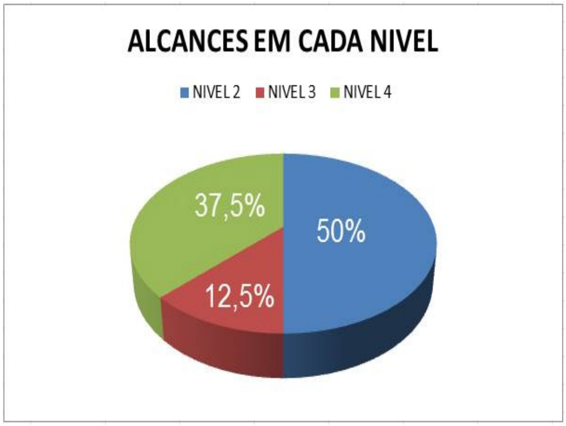


Gráfico 2: Temas com maior dificuldades no jogo da escola 1.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os níveis de percentuais consideráveis se destacam entre 50% nos assuntos sobre misturas e soluções, seguido por uma porcentagem grande de 37,5% no tema reações químicas que corresponde ao nível 4 do jogo, e por fim, o nível 3 com o percentual de 12,5% nos conteúdos sobre ligações químicas, todas as turmas demonstram defasagem nos assuntos básicos da química. Dado as informações da aplicação, os alunos da escola 1, apresentaram dificuldades nos temas iniciais do jogo, onde a competência em reconhecer símbolos e fórmulas não foi efetiva.

A segunda aplicação, também feita em uma escola de ensino regular, no turno da manhã em 2 turmas. Os resultados a seguir no gráfico 2 expressam os alcances dentre os grupos das turmas da escola 2.

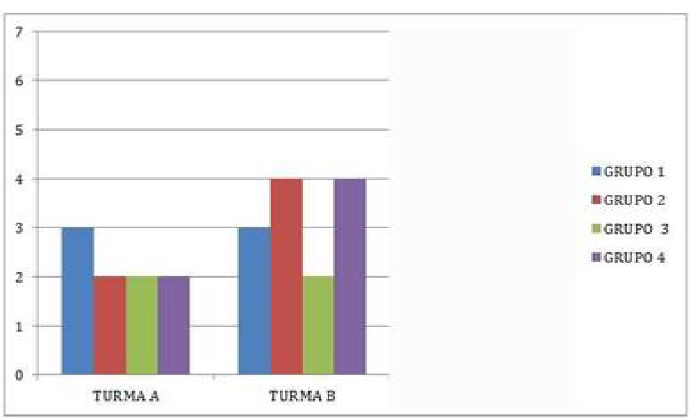


Gráfico 3: Alcances de cada grupo da escola 2.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro grupo da turma A foi o que teve o maior alcance dentre os grupos, chegando até o terceiro nível do jogo que corresponde aos assuntos de ligações químicas. Os grupos 2,3 e 4 não avançaram inertes no segundo nível correspondente aos assuntos de misturas e soluções.

Dentre as turmas apresentadas nesse estudo, a turma B da escola 2 apresentou os melhores resultados, onde os grupos2 e 4 alcançaram o quarto nível correspondente aos assuntos de reações químicas. Esse resultado manifesta a dificuldade que os grupos 2 e 4 exibem nos assuntos abordados no quarto nível e imperam nos assuntos dos níveis anteriores. O segundo com maior captação foi o grupo 1 que alcançou o nível 3, expondo dificuldades nesse nível que corresponde ao conteúdo de ligações química, em contra partida, exibindo habilidade nos dois níveis anteriores.

Os resultados percentuais dos pontos conceituais com maiores impasses exibem valores bem definidos, como expõe o gráfico 4 em 50% de adversidade nas problemáticas envolvendo conceitos de tabela periódica e 25% com “misturas e soluções” e “ligações químicas” cada. Ambos os resultados demostram a necessidade de se realizar estudos intensivos nos conteúdos dos níveis iniciais do jogo.

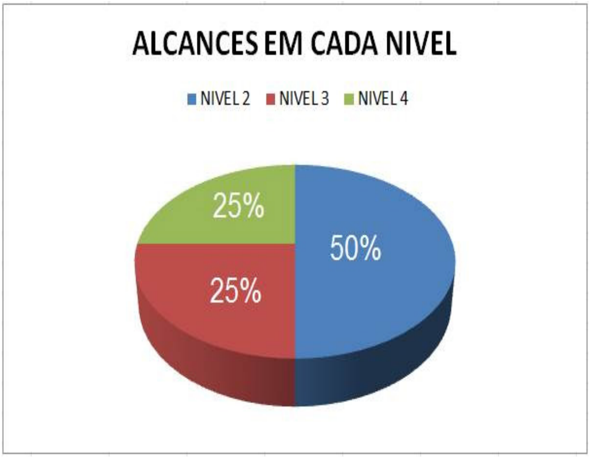


Gráfico 4: Temas com maiores dificuldades no jogo pelas turmas da escola 2.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A fim de analisar de forma geral o desenvolvimento de cada escola por aplicação, priorizou-se estabelecer um calculo matemático para definir a média geral de desenvolvimento de cada escola por meio da média aritmética simples. Utilizando os dados gerais da aplicação de cada escola, montou-se a equação abaixo que se constitui da divisão do somatório dos valores de alcance de todos os grupos de uma escola pela quantidade de

termos (grupos estudados) que compõem o problema, como é descrito na figura 6 abaixo.

$$\bar{x} = \frac{soma\ finita\ de\ valores\ númericos}{quantidade\ de\ termos\ que\ compõem\ o\ conjunto\ ou\ a\ situação\ problema}$$

$$\bar{x} = \frac{S}{N}$$

Figura 6: Formula da média aritmética simples.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por intermédio da substituição dos valores da aplicação na equação matemática, a tabela 4 demonstra o emprego dos elementos significativos da pesquisa no cálculo e o resultado final da aplicação.

ESCOLA	*S*	*N*	*X*
1	23	8	2,87
2	22	8	2,75

Tabela 4: média do desenvolvimento dos alcances dentro do jogo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A escola um apresentou uma média aritmética do desenvolvimento geral de 2,87 de uma escala total de 7 pontos, no mesmo momento em que a escola 2 denotou uma média de desempenho de 2,75, com 0,12 menor que o valor obtido pela escola 1. Ambas corroboram com a afirmativa de que as turmas participantes da pesquisam apresentam baixo desenvolvimento nas resoluções das problemáticas do jogo e validam o descompasso do ensino dos conceitos básicos da Química no ensino regular das escolas públicas.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados deste estudo, conclui-se que foi possível a criação, aplicação e finalização do jogo lúdico em escolas públicas, atendendo a finalidade em dinamizar as aulas e propiciar uma maior participação dos alunos nas discussões disciplinares.

Diante da analise dos erros e acertos na aplicação do método, constata-se que os alunos ainda apresentam dificuldades nos conhecimentos básicos da química como tabela periódica. Deste modo, revela-se que ainda existe deficiências na aprendizagem desde o ensino primário, pois parte desse resultado justifica ainda a forte presença de aplicação das aulas tradicionais e das metodologias de revisão ser dadas em sua maior parte em forma

de questionários com respostas prontas.

Na aplicação do jogo lúdico, houve um avanço menor do que o esperado no desempenho das turmas, pois poucos deles conseguiram chegar a uma marca acima do nível 6 que corresponde a 80% do avanço total no jogo. A média de desenvolvimento dos grupos dentro das turmas mostrou um nivelamento embora pequeno, mas bastante significativo para o estudo de novos métodos de aperfeiçoamento de meios alternativos para o ensino de Química.

Notou-se que o jogo trouxe assuntos de uma forma interativa, lúdica e dinâmica, que possibilitou a revisão de conteúdos por meio de método alternativo. Além da ludicidade, o jogo também proporcionou um rendimento de revisão diferenciado das técnicas usualmente dadas nas escolas, assim, caracterizando o jogo como uma ferramenta eficaz no processo de revisão de conteúdos de uma forma alternativa e chamativa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais:** introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC; SEF, 1997. 126p.

COSTA, Maria da Glória Araújo. **Jogos educacionais como alternativa metodológica para o ensino de química.** 2016. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2016.

CRUZ, Mariana. A educação na Grécia Antiga. Educação Pública. **Educação,** Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-3, 11 set. 2007. Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/educacao/0146.html>. Acesso em: 20 fev. 2020.

CUNHA, Marcia Borin. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua utilização em Sala de Aula: Jogos no Ensino de Química. **Química Nova na Escola,** Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DAMASCENA, Patrícia Hendyel Marques; CARVALHO, Christina Vargas Miranda; SILVA, Luciana Aparecida Siqueira. Estratégias didáticas no ensino de Química: em foco o uso de paródias. **Multi-Science Journal,** Urutaí, v. 1, n. 13, p. 30-38, 2018.

FIRMINO, E.; SAMPAIO, C.G.; VASCONCELOS, A.K.P; NOJOSA, A.C.B.; SALDANHA, G.C.B.; GUERRA, M.H. F.S.; BARROSO, M.C.S. STSE Approach in High School Chemistry: A Brief Review in National Literature. **Revista Acta Scientiae,** v. 21, p. 196-212, 2019. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/4660>. Acesso em: 20 fev. 2020.

FIRMINO, E.; SAMPAIO, C.G.; NOJOSA, A.C.B.; GUERRA, M.H. F.S.; SALDANHA, G.C.B.; VASCONCELOS, A.K.P.; BARROSO, M.C.S. Uso do Software Avogadro no Ensino de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). **Ensino de ciências e tecnologia em revista,** v. 10, p. 67-77, 2020. Disponível em: <http://srvapp2s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/view/3026/pdf-3026>. Acesso em: 20 fev. 2020.

LEÃO, Marcelo Franco; DUTRA, Mara Maria; ALVES, Ana Cláudia Tasinaffo (Org.). **Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências:** experiências pedagógicas na formação inicial de professores. Uberlândia -MG: Edibrás, 2018. 163 p.

MOREIRA, Ana Elisa da Costa. O Papel docente na seleção das estratégias de ensino. In: SEMANA DA EDUCAÇÃO, 16.; SIMPÓSIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO: DESAFIOS ATUAIS PARA A EDUCAÇÃO, 6., 2015. Curitiba, **Anais…** Curitiba: [s.n.], 2015. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/semanaeducacao/pages/arquivos/ANAIS/ARTIGO/SABERES%20E%20PRATICAS/O%20PAPEL%20DOCENTE%20NA%20SELECAO%20DAS%20E STRATEGIAS%20DE%20ENSINO.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

MOURA, Antonio Ramon Freitas. **Jogo lúdico como ferramenta de aprendizagem para o ensino da química no nível médio.** 2020. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em 2020) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=96439> Acesso em: 10 out. 2020

NORJOSA, A. C. B.; SAMPAIO, C.G.; FIRMINO, E.; GUERRA, M.H. F.S.; SALDANHA, G.C.B.; VASCONCELOS, A.K.P. Utilização de controle estatístico de processo em uma atividade experimental no Instituto Federal do Ceará. **Research, Society and Development,** v. 8, p. 108111440, 2019. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1440/1140>. Acesso em: 20 fev. 2020.

NUNES, Albino Oliveira; NUNES, Albano Oliveira. PCN - conhecimentos de química, um olhar sobre as orientações curriculares oficiais. **Holos,** Natal, ano 23, v. 2, p. 105-113, 2007.

ORTIZ, Herculano Camargo. **O uso de recursos não convencionais como estratégia de ensino de contabilidade**. 2005. 175 f. Dissertação (Mestrado Em Controladoria E Contabilidade) - Centro Universitário Álvares Penteado, São Paulo, 2005.

PALMA FILHO, João Cardoso. A educação através dos tempos. **UNESP,** São Paulo, p. 01- 13, jun. 2010. Disponível em: <http:/www.acervodigital.unesp.br/handle/123456789/173>. Acesso em: 20 fev. 2020.

SILVA, Diego de Oliveira; Sales, Gilvandenys Leite. O ensino conceitual de física e a aprendizagem significativa: uma **revisão atualizada da produção acadêmica. educere et educare (versão eletrônica). Revista de Educação,** v.13, p.1 - 24, 2018. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/18869>. Acesso em: 5 jul. 2020.

SILVA, J. B.; Sales, Gilvandenys Leite; ALVES, F. R. V. Didática da Física: uma análise de seus elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica. **Caderno brasileiro de ensino de física,** v.35, p.20 - 41, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n1p20>. Acesso em: 5 jul. 2020.

SILVA, Airton Marques. Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente. **Revista de Química Industrial,** Fortaleza, v. 731, p. 7-12, 2011.

CAPÍTULO 11

O ENSINO DE QUÍMICA NA REDE

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 12/05/2021

Nathália Sayuri Tateno
UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão - GO
http://lattes.cnpq.br/4035023598389009

José Guilherme Martins Siqueira
UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão - GO
http://lattes.cnpq.br/6503487325012729

Gisele Apolinário Mendes
UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão - GO
http://lattes.cnpq.br/0531215974498080

Karina Ribeiro Ferreira
UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão - GO
http://lattes.cnpq.br/5167501543725997

Maria do Socorro Ribeiro da Silva
IFMA - Instituto Federal do Maranhão - *Campus* Coelho Neto, Coelho Neto – MA
http://lattes.cnpq.br/5302820872887901

Jocélia Pereira de Carvalho Oliveira
UFCAT – Universidade Federal de Catalão
Instituto de Química – Catalão - GO
http://lattes.cnpq.br/5885886578616571

RESUMO: A era digital está cada vez ganhando mais espaço em nossas vidas. Atualmente tem-se escutado falar muito sobre os impactos das redes sociais na mídia, porém seu uso e impacto na educação são pouco explorados. Através das ferramentas tecnológicas e redes sociais estão surgindo novas estratégias que facilitam o processo de ensino e aprendizagem. Nesse cenário, ganha destaque a rede social Facebook, criada em fevereiro de 2004 por Mark Zuckerberg, ex-estudante da Universidade de Harvard. Desde sua criação, o Facebook veio conquistando espaço em diversos países do mundo, e no Brasil em 2012, tornou-se a rede social mais acessada. Neste artigo, selecionamos a rede social Facebook para ser analisada, onde é possível compartilhar notícias, fotos, vídeos, entre outros. Foram analisadas páginas dessa rede social voltada para o Ensino de Química.

PALAVRAS - CHAVE: Rede social; Facebook; Ensino de química.

TEACHING CHEMISTRY ON THE NET

ABSTRACT: The digital age is gaining more space in our lives. Currently, we have heard a lot about the impacts of social networks on the media, but their use and impact on education are little explored. Through technological tools and social networks, new strategies are emerging that facilitate the teaching and learning process. In this scenario, the social network Facebook, created in February 2004 by Mark Zuckerberg, a former student at Harvard University, stands out. Since its creation, Facebook has been conquering space in several countries around the world, and in Brazil in 2012, it became the most accessed social network. In this article, we selected the social network Facebook to be analyzed, where it

is possible to share news, photos, videos, among others. Pages of this social network focused on the Teaching of Chemistry were analyzed.
KEYWORDS: Social network; Facebook; Chemistry teaching.

1 I INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais vêm exercendo importante papel atualmente, e estas, diante do advento da globalização passaram a fazer parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental: "Sua presença nesse documento decorre da necessidade de formar alunos capacitados para compreender e utilizar recursos tecnológicos, cuja oferta e aplicação se ampliam significativamente na sociedade brasileira e mundial" (BRASIL, 1996).

Neste novo cenário que a educação atravessa, observa-se uma crescente utilização de sites de redes sociais, como meio de comunicação, para fazer amigos, compartilhar fotos, vídeos, *lives*, comentários e curtidas. Porém, estes podem representar importantes recursos para o processo de ensino e aprendizagem dando suporte formal e informal à modalidade presencial ou à distância. Segundo Recuero (2009):

> Embora os sites de redes sociais atuem como suporte para as interações que constituirão as redes sociais, eles não são, por si, redes sociais. Eles podem apresentá-las, auxiliar a percebê-las, mas é importante salientar que são, em si, apenas sistemas. São os atores sociais, que utilizam essas redes, que constituem essas redes (Recuero 2009).

A chegada da Internet, a popularização dos computadores em rede, a World Wide Web, os e-mails e as ferramentas de busca, evidenciou uma nova expressão: as TICs, que são as iniciais para Tecnologias de Informação e Comunicação, que refere-se à pluralidade de tecnologias (equipamentos e funções) que permitem criar, capturar, interpretar, armazenar, receber e transmitir informações (SOARES-LEITE; NASCIMENTO-RIBEIRO, 2012).

Segundo Juan Ignacio Pozo (2004): As tecnologias estão possibilitando novas formas de distribuir socialmente o conhecimento, que estamos apenas começando a vislumbrar, mas que seguramente tornam necessárias novas formas de alfabetização (literária, gráfica, informática, científica, etc.). Entretanto, as discussões sobre essas tecnologias como parte do processo de aprofundamento nas mudanças da sociedade e seus impactos educacionais ainda não tem recebido a devida atenção (ROCHA et al.; 2018).

As TIC's na educação podem ser uma importante ferramenta para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. O uso dessas tecnologias podem gerar resultados positivos ou negativos, pois dependem de como elas serão utilizadas. Todavia, toda a técnica que é considerada nova só poderá ser utilizada com desenvoltura e naturalidade ao final de um longo processo de uso e apropriação. Para as TIC's, tal processo envolve

claramente duas facetas: a tecnológica e a pedagógica (SOARES-LEITE; NASCIMENTO-RIBEIRO, 2012).

A escola, portanto, precisa se preparar para entender e se adaptar a essa realidade, os professores também devem refletir suas práticas pedagógicas, fazer treinamentos, ensinando o aluno a aprender por meio de ações continuadas, não restringindo apenas à sala de aula tradicional, ainda mais na nova realidade em que todos tiveram que se adaptar ao ensino remoto e/ou híbrido. Como denomina Henry Jenkins, professor do Massachusetts Institute of Technology, o atual estágio de comunicação é a cultura da convergência, isto é, a passagem da cultura interativa para a participativa, alimentando os três desejos da geração atual: compartilhar informação, influenciar outras pessoas e manter-se informado. Trazendo essa ideia para a educação, a cultura da convergência traz conteúdos e informações através de plataformas diversas, fazendo com que alunos migrem para qualquer parte em busca das experiências de aprendizagem que desejam (PEREIRA; TARCIA; SIGULEM, 2014 e FAVA, 2014).

Os seres humanos têm necessidade de inovação, de se relacionar com o próximo, mas, por outro lado, o novo assusta, intimida. A internet permitiu essa conexão e relacionamento como nunca antes. No ambiente virtual, é possível entrar em contato com pessoas e trocar ideias, ajudando a solucionar problemas, cooperar com grupos de interesse mútuo, compartilhando experiências. Enfim, as pessoas estão mais criativas, socializando seus conhecimentos, inovando (PEREIRA; TARCIA; SIGULEM, 2014).

As tecnologias de informação e comunicação (TIC's) vêm avançando com o passar dos anos, e uma das mais utilizadas é a Internet, este recurso é muito utilizado para entretenimento, mas também pode ser aproveitado para o ensino. Existem diversos *blogs* de Química, jogos *online*, páginas de ensino, canais com vídeos de experimentos, além de sites de buscas para que os estudantes se mantenham mais informados ou para o caso de dúvidas e terem receio de perguntar ao professor.

De acordo com Leite (2015), entre tantos recursos, há outros que os jovens utilizam muito, e que podem se tornar uma forma de recurso didático, que são as redes sociais. As redes sociais são ferramentas utilizadas para manter contato com conhecidos e se conectar com desconhecidos, a fim de compartilhar coisas (conhecimentos/conteúdos). Desse modo, as pessoas podem criar páginas com conteúdos interessantes e educativos para todas as idades, e passar esse conteúdo adiante atingindo diversas pessoas e lugares.

A rede social Facebook surgiu em 2004, tornou-se aberta em 2006 e, atualmente, é o mais utilizado no Brasil. A mesma trata-se de uma rede social interativa, um software social que se utiliza da rede mundial de computadores, a internet, para comunicação online e seu uso estende-se em diversos domínios: sociais, políticos, econômicos ou educacionais. O trabalho com esta rede envolve a criação de um perfil, a busca de listas de contatos com outros usuários para que a interação ocorra.

O Facebook oferece uma vasta lista de ferramentas e aplicações que permitem aos

utilizadores comunicar e partilhar informação, seu uso pedagógico permite a organização de grupos de trabalhos de livre acesso e, assim, alguns documentos como textos, vídeos ou imagens podem ser compartilhados. Como várias ferramentas possibilitam a realização de enquetes, mensagens ou organização de eventos, o professor pode dialogar com os alunos, comentar suas postagens, enviar mensagens, expressar sentimentos e realiza intervenções (VAGULA, 2014 e MERCADO, 2016).

Pelo Facebook, o professor tem a oportunidade de desenvolver um chat com a turma, trabalhar as dificuldades, gerando novos conhecimentos. Para que tenha êxito, o horário deverá ser agendado, em função da participação de todos ou da maioria (VAGULA, 2014).

Em estudo realizado sobre as redes sociais e seu uso educativo, Patrício e Gonçalves (2010) apresentaram as aplicações que podem ser utilizadas como recurso educacional: Mensagens – envio e recepção de mensagens; criação de grupos; partilha de Websites educativos, adicionar pequenos textos, reflexões ou observações, criar eventos como, por exemplo, avaliações, entrega de trabalhos, seminários; adicionar detalhes como descrição, imagens, vídeos; convidar pessoas; Inserir fotos, criar álbuns; acesso ao Google Docs; adicionar páginas favoritas do Facebook ao perfil; Slideshare e SlideQ – para socializar powerpoint e pdf; Quiz Creator – aplicação para criar testes; Book Tag para criar listas de livros, questionários e reflexões; Files para armazenar e recuperar documentos no Facebook (VAGULA,2014).

Neste trabalho, selecionamos a rede social Facebook, que é uma rede social bem conhecida e analisamos as páginas dessa rede social voltadas especificamente para o Ensino de Química.

2 I METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa exploratória utilizando primeiramente a palavra-chave ‘Química’ na barra de pesquisas da rede social Facebook como instrumento para coleta de dados entre 26/04/21 a 06/05/21. Foram encontradas diversas páginas de Química, porém realizamos um filtro para selecionar apenas as páginas de caráter educativo, buscando identificar os objetivos e os temas abordados, concentrando-se principalmente na questão dos conteúdos específicos envolvendo a área.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a evolução das tecnologias e o surgimento das redes sociais o acesso à informação se tornou mais fácil, o que pode auxiliar na aprendizagem. No Facebook, a relação de curtidas de uma página é proporcional à quantidade de pessoas que gostam do conteúdo que é compartilhado pela mesma. Na Tabela 1, pode-se observar esta relação.

Entretanto é necessário se atentar às informações que são compartilhadas, já que muitas demonstram apenas caráter humorístico, o que em uma dosagem correta, pode até tornar a aprendizagem mais prazerosa.

Nome da página no Facebook	**Número de curtidas***
Ensino de Química	20.012
Loucos por Química	28.028
Química ensinada	77.000
Química em minutos	14018
Química - Prof. Paulo Valim	428.232
Pra gostar de Química	88.761
Química Analítica Qualitativa Inorgânica UFRJ	110.449
A tal da Química	86.825
Sociedade Brasileira de Química	14.000
Canal Fala Química	80.300
Tudo de Química	32.286
Condequi - Congresso Online Nacional de Química	4.143
Universo da química	6.866
Aprenda Química	8.232
Com as mãos na Química	379
Há uma química entre nós	362
Prof. Laércio Sousa	199
Química Arretada	4.387
Com as mãos na Química	384
Ludoteca de Química para o Ensino Médio	506
Ciência Química	4.557

*Contabilizadas em 01/05/2021

Tabela 1: Principais páginas e a relação de curtidas.

Através da pesquisa realizada, foi possível a análise de cada uma das páginas do facebook listadas conforme a Tabela 1 acima, como também o assunto principal que cada página aborda.

Todas as páginas analisadas compartilham vídeo aulas, conteúdos que focam o ENEM e vestibular, utilizam-se bastante de humor, o uso de analogias, que, na medida certa, pode ser usado para o melhor entendimento de determinados conceitos. Apresentam também notícias e curiosidades sobre a Química, muitas vezes contextualizando vários conteúdos que são aplicados no ensino básico.

Abaixo serão relatados os conteúdos observados em algumas páginas analisadas.

Ensino de química - criada em 2009, é voltada para professores e licenciandos, apresenta questões relacionadas ao Ensino de Química, aborda noticias, reportagens, vídeos e novidades. Possui um caráter humorístico. Esta página está disponível também no endereço eletrônico http://ensquimica.blogspot.com.br/ como também no instagram.

Loucos por química - segundo a própria página "é uma página reservada a quem é Louco por Química, por que não basta ser louco! Tem que fazer QUÍMICA". A mesma posta vídeos das mais diversas áreas da química, notícias de congressos, etc.

Química ensinada - teve início em 2011 e é voltada para a divulgação, promoção e o ensino da Química. A mesma foi produzida pelo Professor Ronaldo da Luz Silva. Esta, conta ainda com um canal no youtube: https://www.youtube.com/channel/UCGEUHNdHgGURUEoQfMJ2fbg o qual pode-se ter acesso à vídeo aulas, experimentos, etc.

Química em minutos - apesar de estar no Facebook ela é um canal do Youtube voltada para resolução de exercícios de vestibulares com experimentos relacionados ao exercício proposto.

Química - Prof. Paulo Valim, é uma página voltada para alunos que almejam passar na prova do ENEM. Em Abril de 2011 começaram a postar videoaulas de Química no YouTube e agora contam um conjunto de projetos na internet que ajudam a aprender toda a Química cobrada no ENEM e em Vestibulares de todo o país. Além disso no site pode-se encontrar exercícios resolvidos, aulas, simulados, material de apoio.

Pra gostar de Química – é uma página destinada a tratar temas gerais relacionados à química, traz vídeos, fotos, material de apoio e muitas curiosidades, desvendando a química escondida no nosso dia-a-dia.

Química Analítica Qualitativa Inorgânica UFRJ - foi criado em 2013 para colaborar na formação geral do aluno, desenvolvendo a capacidade de reconhecer um elemento ou grupo de elementos a partir de ensaios químicos capazes de distingui-los. Reforçar neles o sentimento de uma química experimental, capaz de lidar com o desafio de avaliar matérias-primas e produtos finais envolvendo em suas formulações elementos químicos pouco usuais nos cursos de graduação. A mesma faz publicações de experimentos e novidades na área de química.

A tal da Química - contam com um ensino de química virtual, como também aulas presenciais, aulas online, aulas particulares e curso de curta duração. A mesma compartilha materiais voltados para Enem e vestibular.

Sociedade Brasileira de Química – de todas as páginas estudadas esta é a mais antiga. A mesma foi criada em 1977 em São Paulo. A página compartilha fotos, vídeos e notícias de seus eventos que acontecem anualmente em diversas partes do mundo.

Canal Fala Química - É o maior Canal de Química na internet. INFO em Ciência e Pesquisa com qualidade, por cientistas do Departamento de Química da UFSC desde 1998.

Tudo de Química - o foco principal são aulas de Química para Ensino Médio e preparatório para vestibulares e Enem.

As páginas seguintes são de menor expressão em termos de curtidas, haja visto que são páginas criadas há pouco tempo (entre 2018 a 2021). Dentre elas podemos citar:

Condequi - Congresso Online Nacional de Química - A página criada em 2019, compartilha fotos, vídeos e notícias de seus eventos que acontecem anualmente.

Universo da química – Página criada em 2018, essa página divulga vídeo aulas do canal universo da química, traz também divulgação de eventos, e experimentos relacionados a temas didáticos.

Aprenda Química, criada em 2018, é uma página para divulgação de conhecimentos químicos. Oferece também aulas particulares.

Com as mãos na Química – Página criada em 2018, direcionada para a Química, com o objetivo de divulgar experimentos, memes e curiosidades. Canal no youtube: https://www.youtube.com/c/ComasmãosnaQuímica .

Há uma química entre nós – criada em 2021 pagina destinada a trazer informações com muitas perguntas e um bate-papo descontraído, busca desmitificar informações e aprender juntos como a química está entre nós.

Prof. Laércio Sousa – Criada em 2020, direcionadas para aulas do ENEM.

Química Arretada - Página criada 2019, além desta página, conta com um canal do youtube, traz vídeos, memes, dicas, para ajudar alunos com dificuldades.

Ludoteca de Química para o Ensino Médio - Página criada em 2020, esta página posta experiências do uso de jogos do Livro Ludoteca de Química para o Ensino Médio.

Ciência Química - Página criada em 2017, o grande objetivo dessa página é propagar o conhecimento químico e de ciência em geral em diversas esferas, seja a do entretenimento, seja a do ensino formal ou a do ensino não formal.

Portanto, pode-se notar que a página que apresentou maior número de curtidas na pesquisa foi a Química - Prof. Paulo Valim, com quase meio milhão de curtidas e a menos curtida foi a Sociedade Brasileira de Química, um dos motivos por ser a menos procurada pode ser o fato de esta ser voltada para congressos e não para o processo ensino aprendizagem.

As TIC's são responsáveis pela reorganização do modo como as pessoas vêm se comunicando e aprendendo, e utilizada da maneira correta, podem ser fonte de informação para promover a construção de conhecimento; a aprendizagem colaborativa; criar espaços de interação e cooperação entre alunos e professor; promovendo o letramento digital e a prática reflexiva (LEITE, 2015).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível perceber que o Facebook é uma ferramenta que pode ser utilizada como um ambiente virtual de aprendizagem informal, que agrega diversos tipos de mídias em um único ambiente, possibilitando e oportunizando a aprendizagem colaborativa e a interatividade.

Devido ao importante papel que as redes sociais representam, é aconselhável que o mundo acadêmico reflita sobre a importância de se propor trabalhos colaborativos, em que empreguem as redes sociais e que combata barreiras em relação ao seu uso, tendo como foco facilitar o processo ensino e aprendizagem.

Como o seu uso na educação ainda é limitado em muitas instituições de ensino, espera-se que o presente trabalho suscite novas investigações sobre a utilização das redes sociais na educação, principalmente considerando o atual contexto em que vivenciamos de pandemia da Covid-19, e um repensarem das práticas desenvolvidas em sala de aula, no sentido de buscar a reconstrução do processo de formação com o apoio de novas tecnologias para auxiliar nessa nova modalidade de ensino presente atualmente, o ensino remoto.

REFERÊNCIAS

Brasil, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental: Bases Legais**. Brasília, 1996.

FAVA, R. **Educação 3.0**. São Paulo: Saraiva, 2014.

LEITE, B.S. **Tecnologias no Ensino de Química: Teoria e Prática na Formação Docente**. Appris editora, 2015.

MERCADO, L. P. L. Professor Responsável por: **Produção de Jornais Temáticos. Metodologia do Ensino Superior com TIC**. Turma 2015.1. Universidade Federal de Alagoas. Disponível em: <https://issuu.com/guilmerbrito/docs/jornais_met_ens_sup_tic_2015.1>. Acesso em 01/05/2021.

PATRÍCIO, M. R. V.; GONÇALVES, V. M.; B. G. **Utilização Educativa do Facebook no Ensino Superior.** 2010. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/2879/4/7104.pdf>. Acesso em 03/09/2019.

PEREIRA, T. A.; TARCIA, R. M. L.; SIGULEM, D. **Uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na educação superior**, 2014. Disponível em: <http://www.abed.org.br/hotsite/20-ciaed/pt/anais/pdf/225.pdf> Acesso em 01/05/2021.

POZO, J. I. **A Sociedade da Aprendizagem e o Desafio de Converter Informação e Conhecimento**. Pátio: Revista Pedagógica, n.31, p.8-11, 2004.

SOARES-LEITE, W. S.; NASCIMENTO-RIBEIRO, C. A. do. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. Magis, **Revista Internacional de Investigación en Educación**, 5 (10), 173-187, 2012.

RECUERO, R. **Redes sociais na Internet (Coleção Cibercultura)**. Porto Alegre: Sulina, 2009.

ROCHA, M.N.; LIMA, R. L.; CRISÓSTOMO, L.C.S.; MARINHO, G. S.; MARINHO, M. M.; MARINHO, E. S. **O USO DE QUADRINHOS DIDÁTICOS: A LUDICIDADE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS DA NATUREZA,** 2018 . In: 23º Seminário Internacional de Eduação, Tecnologia e Sociedade. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1084> Acesso em 05/05/2021.

VAGULA, E. **Redes sociais e colaboração: o uso do Facebook como ferramenta de aprendizagem no Parfor**, 2014. In: X ANPED Sul, Florianópolis – SC. Disponível em: < http://xanpedsul.faed.udesc.br/publicacao/trabalhos_completos.php> Acesso em 05/05/2021.

CAPÍTULO 12

OBJETOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM COMO ALTERNATIVA METODOLÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 05/05/2021

Deracilde Santana da Silva Viégas
Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Campos universitário do Bacanga
São Luís – MA
http://lattes.cnpq.br/5345949888760079

Deranilde Santana da Silva
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
Campos universitário do Bacanga
São Luís – MA
http://lattes.cnpq.br/7577988576430208

Isaide de Araujo Rodrigues
Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Departamento de Química.
Campos universitário do Bacanga - Centro de ciências Exatas e Tecnologia
São Luís – MA
http://lattes.cnpq.br/3696115712661158

RESUMO: No contexto educacional são diversas ferramentas criadas já com o propósito de, ou adaptadas, para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Dentre estas ferramentas, os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA) são recursos digitais importantes para o processo de ensino-aprendizagem, que podem ser reutilizados e combinados com outros objetos para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível. Partindo deste pressuposto, esta pesquisa objetiva apresentar algumas reflexões gerais sobre ODAs publicados e revisados por pares no Portal Periódico Capes através de artigos de educação que podem auxiliar no Ensino Química. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, com abordagem quantitativa e qualitativa, de cunho exploratório, que visa contribuir com o tema de interesse. A coleta de dados foi realizada diretamente na página do banco de dados, sendo os resultados expostos em gráficos e analisados de forma descritiva e exploratória. Os resultados demonstram que ainda falta muito em termos de pesquisa e divulgação do saber científico, que o desenvolvimento, melhoria e principalmente a qualificação do professor para o uso de ODAs como alternativa metodológica no ensino de Ciências/Química precisam ser constantemente desenvolvidos rompendo os paradigmas educacionais, explorando as potencialidades dos aprendizes e promovendo o atendimento às necessidades dos mesmos.

PALAVRAS - CHAVE: Objetos Digitais de Aprendizagem. Ensino de Ciências/Química. Ensino-aprendizagem.

DIGITAL LEARNING OBJECTS AS A METHODOLOGICAL ALTERNATIVE IN CHEMISTRY TEACHING

ABSTRACT: In the educational context, there are several tools in place with the purpose of, or adapted to, assist in the teaching-learning process. Among these tools, Digital Learning Objects (ODA) are important digital resources for the teaching-learning process that can be reused and combined with other objects to form a rich and flexible learning environment. Based on this assumption, this research aims to present some general reflections on ODA's published

and peer reviewed in the Capes Periodic Portal through educational articles that can assist in Chemistry Teaching. This is a bibliographical research, with quantitative and qualitative approach, exploratory nature, which aims to contribute to the topic of interest. Data collection was performed directly on the database page, and the results were graphed and analyzed in a descriptive and exploratory manner. The result demonstrates that there is still much to be done in terms of research and dissemination of scientific knowledge It also shows that the development, improvement and especially the teacher's qualification for the use of ODA's as a methodological alternative in science/chemistry teaching need to be constantly developed, breaking educational paradigms, exploring the potential of learners and meeting their needs.
KEYWORDS: Digital Learning Objects. Science/Chemistry Teaching. Teaching learning.

1 | INTRODUÇÃO

O ensino de Química desenvolvido nas escolas brasileiras é visto pelos estudantes como algo muito complicado e de difícil compreensão, o que tem levado muitos estudiosos questionarem e procurarem entender os fatores que possibilitem a melhoria dessa prática educativa.

A prática dos professores ainda foca na reprodução do conhecimento, na memorização e na cópia, evidenciando, dessa forma, a dicotomia teoria-prática presente no ensino. Atualmente, a perspectiva do ensino de Química é que o mesmo não seja desvinculado de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), de forma em que possa transformar a sala de aula em um ambiente de investigação e pesquisa, através de ferramentas que promovam a contextualização, bem como o letramento científico do educando (MARANHÃO, 2017).

Diante do exposto, torna-se inegável que os/as professores/as precisam criar maneiras de correlacionar os conteúdos desse componente curricular com a realidade dos/as estudantes. Nessa perspectiva, a didática aparece como uma ferramenta promissora para o professor, uma vez que esta é uma ciência que sugere novas técnicas a serem abordadas no processo ensino-aprendizagem a fim de tornar as aulas mais eficientes, atraentes e que possibilitem o despertar do conhecimento crítico pelo aluno.

Apesar de a Química estar presente em toda a parte e em todos os aspectos do dia-a-dia, como componente curricular, muitas vezes os/as alunos/as tem bastante dificuldade de compreender o conteúdo passando a ter aversão ao mesmo.

Isto porque é comum o ensino de Química ser feito de maneira tradicional e descontextualizada, tendo como enfoque a memorização de informações, fórmulas e conhecimentos desconexos que promovem a desmotivação em aprender e estudar Química (ROCHA e VASCONCELOS, 2016). Sendo, portanto, um dos maiores desafios do ensino de Química correlacionar o conhecimento escolar ao cotidiano (GARCIA, PEREIRA e FIALHO, 2017).

> Na maioria das escolas tem-se dado maior ênfase à transmissão de conteúdos e à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, deixando de lado a construção do conhecimento científico dos alunos e a desvinculação entre o conhecimento químico e o cotidiano. Essa prática tem influenciado negativamente na aprendizagem dos alunos, uma vez que não conseguem perceber a relação entre aquilo que estuda na sala de aula, a natureza e a sua própria vida (PAZ et al, 2010, p. 2).

Contudo, por vezes o professor não se encontra preparado para atuar de forma interdisciplinar e nem mesmo consegue relacionar a teoria às vivências dos alunos (ROCHA e VASCONCELOS, 2016). Sendo por isso que Nascimento e colaboradores (2010) ressaltam a importância da contínua formação do professor para desenvolver sua prática de trabalho no seu ambiente profissional.

Os/as especialistas em educação são unânimes em afirmar que a formação inicial é insuficiente para garantir o desenvolvimento profissional (CANDAU, 1996; NASCIMENTO et al., 2010). Acreditam que é necessária uma formação contínua que valorize as práticas educativas realizadas pelos professores no dia-a-dia da escola para construção do conhecimento profissional do professor (NASCIMENTO et al., 2010).

Assim sendo, nos últimos anos tem-se buscado metodologias ativas de ensino que tornem a Química mais prazerosa e de fácil assimilação. Faz-se necessária a utilização de metodologias que envolvam ativamente os alunos em um processo interativo de aprendizagem. Essas formas alternativas de ensino de Química buscam principalmente despertar o interesse e dar significado aos conceitos químicos do currículo (FERREIRA, DIAS e OLIVEIRA, 2007).

> A busca por metodologias ativas de ensino pode motivar a aprendizagem e promover o interesse do aluno para aquilo que ele supõe ser uma disciplina sem importância no seu cotidiano (GARCIA, PEREIRA e FIALHO, 2017, p. 23).

Além disso, o uso de diferentes metodologias de ensino agrega mais alunos/as no processo ensino-aprendizagem, pois ao diversificar o modo de ensinar se diversifica as maneiras de aprender (GARCIA, PEREIRA e FIALHO, 2017, p.23). De tal forma que, o/a aluno/a que encontrar dificuldade em aprender de um jeito poderá aprender através de outro modo.

Isso porque:

> Aprendizagem refere-se à aquisição cognitiva, física e emocional, e ao processamento de habilidades e conhecimento em diversas profundidades, ou seja, o quanto uma pessoa é capaz de compreender, manipular, aplicar e/ou comunicar esse conhecimento e essas habilidades. A aprendizagem está, portanto, intimamente relacionada à profundidade do processamento de habilidades e conhecimento, ou seja, ao nível que representa o quanto estamos engajados em pensar sobre o que está sendo aprendido (GARCIA, PEREIRA e FIALHO, 2017, p. 23).

Contudo, o ensino de Química, assim como de qualquer disciplina, depende que todos envolvidos (professor/a, aluno/a, comunidade escolar e família) estejam empenhados e participem ativamente do processo ensino-aprendizagem (FERREIRA, DIAS e OLIVEIRA, 2007, p. 2).

1.1 Atualidades, tendências e progressos no ensino de química

As inovações tecnológicas proporcionaram grandes mudanças no comportamento social, uma vez que as multimídias possibilitam uma facilidade em se obter informações. Segundo Silva (2015) e Lisboa (2014) a maioria dos/as discentes atualmente nasceu imerso na era da internet e por esse motivo a educação pode e deve se apropriar das Tecnologias Digitais de Comunicação e Informação (TDICs) como ferramentas de auxílio no processo de ensino-aprendizagem.

> As mídias sociais aparecem como uma grande ferramenta de relacionamento social que já se incorporou na cultura de muitos desses alunos, fazendo parte de seu cotidiano. Trata-se, portanto, de um espaço de partilha que promove interações, disseminação de conhecimentos, que passaram a fazer parte da rotina diária das pessoas (LINHARES, SILVA e CASTRO, 2017, p. 2).

Segundo Soares e Barin (2016) “os recursos tecnológicos devem caminhar juntos com o processo de ensino e aprendizagem e a práxis pedagógica, a escola não pode mais ignorar a relação cultural que se estabelece entre os jovens e a máquina desde muito cedo”.

Autores como Freitas, Steiner e Bertagnolli (2016) apontam que várias são as TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação) apontadas como ferramentas que podem qualificar o processo do ensino de Química como, por exemplo, softwares e jogos educativos, uso de recursos midiáticos, repositórios e objetos educacionais, laboratórios de experimentação virtual, entre outros.

Partindo desse pressuposto, Santos e Barboza (2014) utilizaram um jogo digital- *Adivinhas da tabela periódica*- como um ODA com o objetivo de levar o estudante a compreender a construção da tabela periódica, despertar o interesse destes pelo estudo da Química e mediar o processo de ensino e aprendizagem. Assim, os autores observaram que a aplicação do jogo proporcionou uma maior interação entre os/as estudantes e o/a professor/a além de facilitar a aprendizagem. Segundo os autores “[...] os jogos digitais no ensino de Química podem contribuir para no processo de ensino e aprendizagem, estimular os estudantes a aprenderem e contribuir para o desenvolvimento da autonomia”.

Segundo Braga (2014 apud WILEY, 2000), ODA são quaisquer recursos digitais que possam ser reutilizados para apoiarem a aprendizagem. De acordo com Nascimento (2007), não há um conceito definido para objetos de aprendizagem. Eles podem aparecer em qualquer formato, simples como uma animação, slides ou complexos como uma simulação. Mas eles precisam ter o objetivo de produzir um instrumento, direcionado para

aprendizagem, que proporcione uma reflexão no aluno e que possa ser reutilizável. O termo abrange a união entre ser reutilizável e estar apoiado nas ferramentas digitais para auxiliar na aprendizagem de um contexto educacional. Eles precisam ter conteúdo determinado, com o foco para a aprendizagem, e tempo limite de execução.

Silva (2016) empregou vídeos sobre sustentabilidade como recurso pedagógico na educação profissional. Além da apresentação dos vídeos a autora proporcionou uma discussão acerca do tema e observou que a utilização dos recursos contribuiu para a formação dos/as estudantes, gerando consciência social e ambiental.

Portanto, a utilização dos recursos através da informática como os ODAs em aula mediada pelo/a professor/a pode contribuir na construção do conhecimento e tornar a aprendizagem mais efetiva. No entanto, “o uso da tecnologia por si só não oferece um grande impacto na educação. A tutoria e/ou mediação do professor é o aspecto fundamental do manejo desta ferramenta. A interação e contato pessoal entre o estudante e o professor são insubstituíveis” (SANTOS e BARBOZA, 2014).

Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo realizar um estudo, através de uma revisão da literatura, sobre ODAs no ensino de Química, apontados por diferentes autores, visto que, esse recurso além de permitir a aprendizagem dos/as alunos/as de forma prazerosa, também propicia um ambiente de grande potencial para o desenvolvimento de habilidades, sendo, portanto, fatores que os tornam maximizadores do processo de construção de conhecimentos.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa apresentada é de natureza básica, além de ser descritiva, quantitativa, qualitativa, bibliográfica e de levantamento. É básica, pois buscou-se gerar conhecimento útil para a ciência, como esclarece Santos e Santos (2010) esse tipo de pesquisa visa “gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos a problemas específicos. É motivada pela necessidade prática, motivada pela curiosidade do pesquisador”. Silva e Menezes (2005), complementam dizendo que a pesquisa de natureza básica “envolve verdades e interesses universais”.

Silva e Menezes (2005) explicam que a pesquisa descritiva:

> Visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de Levantamento (SILVA; MENEZES, 2005, p. 21).

No que diz respeito à abordagem, optou-se pela qualitativa, tendo em vista que Silva e Menezes (2005) “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito”.

Como procedimentos utilizou-se pesquisa bibliográfica, considerando o estudo de

artigos científicos que tratam do tema, além de um levantamento realizado através de livros textos bases para fundamentação da pesquisa.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados resultados das buscas dos artigos por diferentes autores em trabalhos acadêmicos e científicos relacionados às práticas pedagógicas que abordaram sobre ODA como alternativa metodológica no ensino de Química. A partir dos aspectos levantados pela revisão literária, analisamos e traçamos reflexões, as quais serviram para conduzir a exposição e discussão dos resultados aqui apresentados.

Sá, Almeida e Eichler (2016) destacam que, para a Química, a informática educativa é uma ferramenta de grande potencial para auxiliar o seu ensino, uma vez que, alguns conceitos se tornam bastantes abstratos caso não haja uma modelagem ou simulação. Daí o destaque para o uso de ferramentas digitais na educação, principalmente para os conteúdos químicos, sendo esta uma das formas mais atraentes para a educação em Ciências, pois consegue transpor os fenômenos naturais e hipotéticos para o computador.

Em particular, na área de Química, a construção de ODAs precisa estar pautada nesse equilíbrio, técnico, pedagógico e científico, pois a Química, como uma ciência abstrata e por vezes complexa, precisa, em alguns momentos, ser representativa para que se aproprie do conhecimento.

Segundo Churchill (2017), a classificação dos ODAs está relacionada às seguintes categorias: objetos de apresentação, objetos práticos, objetos de simulação, objetos do tipo modelo conceitual, objetos de informação e objetos de representação.

Conforme Junior e Barros (2015), a ideia principal dos ODAs é quebrar o conteúdo educacional em pequenos pedaços que possam ser reutilizados; e, para que esses fragmentos possam ser revisitados e manipulados, eles precisam estar em um repositório.

Sendo assim, ODAs são ferramentas digitais que, para facilitar o acesso, precisam estar armazenadas em ambientes virtuais que possibilitem a utilização de forma rápida e dinâmica. A reunião dos ODAs em um repositório, junto com ferramentas de busca, facilita a reutilização do mesmo para várias finalidades.

Neste contexto é concordante, por vários autores, em vários artigos analisados (FIGUEIREDO & PINHEIRO, 2017; SILVA, FIGUEIREDO & SILVA, 2018; MARTINS & GARCIA-GOMES, 2016; MACHADO, 2016), que os principais repositórios brasileiros são o LabVirt (Laboratório Didático Virtual) da USP, que funciona como um repositório de simulações computacionais explorando os conteúdos de Física e Química, Portal do Professor e o RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação), e o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) que é um repositório de acesso ao público, integrado ao Portal do Professor, que disponibiliza objetos publicados em diversas áreas de ensino, todos vinculados a instituições educacionais. Tanto o RIVED como o BIOE estão ligados ao

Ministério de Educação (MEC), entretanto o BIOE é um dos repositórios mais completo e bem organizado segundo Silva e Salviano (2015).

Silva, Figueiredo & Silva (2018) descreveram que no BIOE, os ODAs encontram-se divididos por níveis de ensino que compreendem os padrões determinados pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB), são eles: Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação Profissional, Educação Superior e Modalidades de Ensino, sendo esta subdividida em Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Educação Escolar Indígena. Para cada nível de ensino existem objetos virtuais de aprendizagem que contemplam seus respectivos componentes curriculares. Para todos os componentes curriculares são disponibilizadas categorias, que são: Animação/Simulação, Áudio, Experimento Prático, Hipertexto, Imagem, Mapa, Software Educacional e Vídeo.

Em contrapartida é observável através da pesquisa, que é grande o desafio de ensinar Ciências/Química de forma dinâmica, instigante e interativa. O crescimento do desenvolvimento tecnológico e a construção dos conhecimentos científicos que acontecem a uma velocidade absurda, exigem atividades que contribuam com o convívio e atuação dos alunos nessa realidade.

> [...] no ensino de Ciências há a necessidade de um pluralismo metodológico que considere a diversidade de recursos pedagógico-tecnológicos disponíveis e a amplitude de conhecimentos científicos a serem abordados na escola. É inegável a contribuição dos trabalhos de pesquisa sobre o ensino de ciências mostrando que os estudantes aprendem melhor quando participam ativamente das atividades de ensino. (WILSEK; TOSIN, 2012, p.3)

Dessa forma, autores como Xavier; Fialho & Lima (2019) publicaram uma pesquisa que objetivou compreender o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas/ODA para o ensino de Química no âmbito das escolas públicas no estado do Ceará - Brasil, a partir da visão perspectiva dos professores e alunos. Questionaram quais os principais desafios encontrados pelos docentes e discentes do ensino médio em relação ao ensino de Química com uso de softwares livres e como seria a experiência de mediação de conhecimento por intermédio desse recurso. Através de questionário investigativo realizado aos professores e alunos, os autores conseguiram descrever quais as principais dificuldades apontadas pelos educadores para o não uso desse tipo de ODA, que foram: falta de domínio da tecnologia com softwares livres; limitações dos sistemas operacionais Linux/Ubuntu; software sem língua estrangeira; limitação de softwares; e falta de conhecimento de softwares aplicado ao ensino de Química. Ao passo que os alunos, apontam a falta de preparo do professor em conduzir o ensino de forma a obter um aprendizado significativo utilizando esse tipo de recurso.

Por conseguinte, evidencia-se a necessidade de modificar padrões de ensino ultrapassados ainda utilizados por grande parte dos professores em nosso país, lançando mão de metodologias alternativas que colaborem de forma efetiva para o processo de

ensino-aprendizagem. Libâneo (2009) corrobora,

> A escola continuará durante muito tempo dependendo da sala de aula, do quadro-negro, dos cadernos, mas os professores não podem mais ignorar a televisão, o vídeo, o cinema, o computador, o celular, a ***internet***, que são veículos de comunicação, de aprendizagem, de lazer, porque, há tempos, o professor e o livro didático deixaram de serem as únicas fontes do conhecimento. (LIBÂNEO, 2009, p.17).

A utilização de metodologias alternativas consiste em uma transformação expressiva na prática cotidiana dos docentes, visando a *aculturação científica* que se opõe à *acumulação de conteúdos científicos*, como propõe Carvalho (2004).

> Um ensino vise à aculturação científica deve ser tal que leve os estudantes a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências (CARVALHO, 2004, p.3).

Em outras palavras, o ensino de Ciências/Química deve contemplar atividades de investigação a partir de situações problematizadoras que levem o aluno a produzir seu próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer e que promovam a integração entre os conteúdos abordados.

Neste contexto, com o propósito de avaliar se estavam sendo cumpridos os critérios do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático Digital), que avaliam também outros recursos metodológicos digitais, como os objetos digitais de aprendizagem, autores como Martins & Garcia-Gomes (2016) realizaram uma avaliação para alguns ODAs, que estavam disponíveis em livros digitais para ensino de Ciências/Química, interpretando três dos critérios à luz de teorias sobre aprendizagem: a investigação científica, o design da interação e Identificação de instruções e feedback, apresentando recomendações e exemplos de objetos reais que cumprem ou não os critérios analisados. O que os autores conseguiram concluir foi que dos cinco ODAs avaliados, os cinco não cumprem com os três critérios, ora cumprem com apenas um dos critérios, ora com apenas dois dos critérios e apenas um não cumpre com nenhum dos critérios avaliados, sugerindo dessa forma, que precisam ser melhorados e adaptados para utilização como ensino de determinado conteúdo.

É importante ressaltar que, os Parâmetros Curriculares Nacionais de ensino de Ciências/Química (BRASIL, 2017), recomenda que haja uma aproximação entre as situações de aprendizagem e o cotidiano do aluno, abandonando a ideia de um ensino meramente reprodutivo. Essa aproximação e interação tende a trazer bons resultados, como afirma Fettermann (2017):

> Assim, a interação aluno-conhecimento, através do uso dos recursos e ferramentas tecnológicos de forma planejada, pode gerar resultados gratificantes tanto para os alunos quanto para o professor, que pode, então, inovar em suas metodologias didático-pedagógicas, tornando suas aulas mais dinâmicas, significativas e contextualizadas. (FETTERMANN; CAETANO, 2016 apud FETTERMANN, 2017 p. 3).

Chiossi e Costa (2018) posicionaram-se explicando que para o professor inserir as novas tecnologias digitais com uso de ferramentas como ODAs como auxiliadores de um processo de aprendizagem significativa, o ambiente escolar deve propiciar isso, pois em caso contrário não haverá sucesso, será apenas uma utilização esporádica e inconsistente. Se não constar no Projeto Político Pedagógico a prática docente será uma mera repetição do que não deu certo, mas com uma roupagem moderna.

Neste sentido, Costa et al. (2016) publicaram um trabalho que permitiu analisar a ocorrência de alguns equívocos que alertem licenciandos e professores de Química da acuidade na elaboração e/ou utilização dos ODA como ferramenta de ensino. Os autores fizeram um relato de experiência, quando tentaram utilizar em sala de aula um ODA para o ensino do conteúdo de 2 ano do ensino médio de Gases. Entre os equívocos que conseguiram elencar destacaram a falta de: planejamento elaborado; conteúdos contextualizados que auxiliem o aluno na tomada de decisões; teoria de aprendizagem que oriente a um ensino com abordagens socioculturais; e adaptabilidade entre plataformas. Alguns desses erros foram cometidos pela falta de conhecimento no desenvolvimento e aplicação do OA, na época do trabalho, e de orientação pedagógica no ensino de Química na região.

De maneira geral, autores como (COSTA et al. 2015; MACHADO; 2016; SILVA & ARAUJO, 2017; XAVIER; FIALHO & LIMA, 2019) apontaram que como inibidores para a utilização de ODAs na preparação e na execução da aula destacam-se a falta de suporte técnico, o preparo dos professores e a falta das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no ambiente escolar (as Instituições carecem de investimentos, pois "não vivemos mais a cultura do ensino, vivemos a cultura da aprendizagem" (MARQUES; GOMES, 2017).

> [...] o objetivo não consiste em se ter mais tecnologia nas escolas, mas em algo muito mais importante: que os alunos aprendam mais e melhor. Contudo, isso depende essencialmente de duas variáveis: a primeira, que sejam oferecidas as condições de trabalho apropriadas nas salas de aula (equipamento, conectividade, horários etc.), e a segunda, mais difícil de conseguir, que os docentes disponham do conjunto de competências profissionais, adequadas para que possam aproveitá-la ao máximo. (BASILIO, 2018, p. 3).

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe um acervo bibliográfico variado relacionado ao uso de ODAs, no entanto, ainda em número reduzido de publicações, necessitando de mais pesquisas direcionadas à área de Ciências Naturais/Química para reforçar a necessidade de os docentes trabalharem com estratégias que correlacionem os componentes associados aos conteúdos da disciplina com o cotidiano dos alunos.

Através da análise e discussão dos trabalhos selecionados, percebeu-se a necessidade da abordagem de novas práticas pedagógicas com o uso de ODAs que proporcionem a integração, a motivação, a cooperação, o interesse e a descontração como formas de estimular a aprendizagem significativa dos conteúdos ministrados pelos professores em sala de aula. Sendo fundamental repensar sobre o uso das metodologias tradicionais por parte dos docentes envolvidos neste processo.

A adoção de diferenciadas metodologias que incluam os ODA, tem o potencial de ampliar as possibilidades dos docentes inseridos nesse cenário, além de atuarem como instrumento colaborativo no processo de construção do conhecimento do público discente.

De maneira geral, os artigos analisados apontaram, principalmente, as dificuldades que os discentes apresentam na compreensão dos conteúdos específicos da disciplina de Ciências/Química. Muitos afirmam não conseguir relacionar a disciplina com o cotidiano, por isso consideram a disciplina “muito difícil”. Isso se justifica, sobretudo, pela falta de contextualização nas aulas.

Os autores dos artigos analisados afirmam que, a maioria dos alunos (enquanto sujeitos de pesquisa) apontou a utilização dos ODAs como um momento motivacional, envolvente, além de provocar a interação entre os pares, incentivar o trabalho em equipe e raciocínio lógico. Reforçando, assim, a capacidade desses instrumentos de aprendizagem levarem seus participantes a terem uma nova percepção da ciência vinculada ao cotidiano.

Algo que chamou atenção nos artigos estudados, onde houve aplicação de ODAs como instrumentos facilitadores da aprendizagem, pode-se observar que foram aplicados somente após uma aula tradicional, isso devido à resistência da comunidade escolar em não se desprender das metodologias tradicionais de ensino. E infelizmente é o que observamos no dia a dia em sala de aula, quando o/a professor/a consegue utilizar um recurso ODA é apenas como “complemento” da aula e não como um instrumento para o ensino aprendizagem do conteúdo.

Observou-se, que na aplicação dos ODAs quando utilizados para avaliar o conhecimento de certo conteúdo, como relatados nos trabalhos, até mesmo os erros cometidos pelos alunos têm grande relevância. Estes proporcionam a aprendizagem. Ainda que essa importância não tenha sido mencionada em nenhum dos artigos analisados, diferente do que acontece na realidade, os erros nos ambientes virtuais possibilitam aos alunos ativos no processo de ensino a repetição das atividades várias vezes. Isso não

deixa os alunos recuados, pelo contrário, os estimula a pensar de forma criativa em novas estratégias para alcançar a vitória.

Convém salientar que, para os ODAs proporcionarem o desenvolvimento de habilidades, competências e aprendizagem como sugerem os PCN's, eles precisam estar atrelados aos conteúdos e ao cotidiano dos alunos. E para serem produzidos e aplicados no ensino devem estar pautados em referenciais teóricos que fundamentem a prática pedagógica, também previstos no PPP da escola.

Tais considerações apontam que, o desenvolvimento, melhoria e principalmente a qualificação do professor para o uso de ODAs como alternativa metodológica no ensino de Ciências/Química precisam ser constantemente desenvolvidos rompendo os paradigmas educacionais, explorando as potencialidades dos aprendizes e promovendo o atendimento às necessidades dos mesmos.

REFERÊNCIAS

BASILIO, Samira da Penha Vidal. **Limites e Potencialidades de uso das tecnologias digitais em uma escola de Campos de Goyatacazes/RJ**. 2018. Artigo (Pós-graduação lato sensu em docência no século XXI: educação e tecnologias) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense, campus Centro, Rio de Janeiro, 2018.

BRAGA, J. C., (Org.) **Objetos de Aprendizagem:** Introdução e Fundamentos, Santo André: Editora da UFAB, Vol. 1, 2014.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio de Química**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

CANDAU, V. M. F. **Formação continuada de professores:** tendências atuais. São Carlos: UFSCar, 1996.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências:** unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CHIOSSI, Renata Reis; COSTA, Christine Sertã. Novas formas de aprender e ensinar: a integração das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na formação de professores da Educação Básica. **Texto online: linguagem e tecnologia**, Belo Horizonte, 2018.

CHURCHILL, D. Toward a userful classification of learning objects. Educational **Technology Research and Development**. v. 55, n. 5, p. 479-497, oct. 2017.

COSTA, Hawbertt R. et al. Equívocos no Desenvolvimento e/ou aplicação de Objetos. **Química nova na escola** – São Paulo-SP, BR. V. 38, N° 4, p. 334-341, NOVEMBRO 2016.

FETTERMANN, Joyce Vieira. Inovação e tecnologias para a aprendizagem de ciências no Ensino Médio. **EVIDOSOL**, [*S. l.*], 2017.

FERREIRA, Maria Onaira Gonçalves; DIAS, Iara Campos; OLIVEIRA, Marly Lopes de. Química Encantada: Aplicação de uma metodologia alternativa no Ensino de Química. In: **Anais do X Simpósio de Produção Científica**, 10, Teresina- PI, 2007.

FIGUEIREDO, Daiana Dias Ribeiro & PINHEIRO, Bárbara Carine Soares. Análise crítica dos objetos educacionais digitais de base experimental no ensino de química. **Revista debates em ensino de química** – V. 3, N. 1, ISSN: 2447-6099. 2017.

FREITAS, Filipe de Oliveira de; STEINER, Alexandra Duprates; BERTAGNOLLI, Silvia de Castro. O ensino de química usando como ferramenta uma tabela periódica física e interativa. In: **Mostra Nacional de Robótica**, Pernambuco, 2016.

GARCIA, Edilaine Maria da Silva Souza; PEREIRA, Kauani Sakamoto; FIALHO, Neusa Nogueira. Metodologias alternativas para o ensino de química: um relato de experiência. In: **IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação – SIRSSE**, Curitiba, 2017. Anais do IV SIRSSE, Curitiba: PUCPR, p. 23, 2017.

JUNIOR, W.A., BARROS, D.M.V. Objetos de Aprendizagem Virtuais: Material Didático para a Educação Básica. **Revista Latino-americana de Tecnologia Educativa Relatec**, Espanha, p. 73-84, 2015.

LINHARES, Nislanne Pereira; SILVA, Thiago Pereira da; CASTRO, Suzana Limeira de. As redes sociais no Ensino de Química: Um diagnóstico das concepções e práticas por professores do Município de Campina Grande-PB. **Revista Tecnologias na Educação,** ano 9, n/v. 23, dezembro, 2017.

LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, Adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. 11 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

LISBOA, Domingas Mendes. **Vídeos didáticos no ensino de ciências: uma análise das propostas apresentadas nos ENPEC de 2009, 2011 e 2013.** 2014. 28f. Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Naturais) - Faculdade UnB Planaltina – Planaltina, 2014.

MACHADO, Adriano Silveira. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações. **Química nova na escola** – São Paulo-SP, BR. V. 38, N° 2, p. 104-111, MAIO 2016.

MARQUES, Marcia Coelho Pinto Domingues; GOMES, Jana Paula Sampaio Botelho Alves; GOMES, Anderson Joubert Alves. A integração das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) no ambiente escolar. **Ágora – A revista científica da FaSaR**, [*S. l.*], 2017.

MARANHÃO. Escola Digna - Plano mais IDEB - programa de fortalecimento do ensino médio – **orientações curriculares para o ensino médio: caderno de química**. São Luís: Secretaria de Estado da Educação, 2017.

MARTINS, Marcos André Franco; GARCIA-GOMES, Alice; "PNLD Ciências: Um estudo para auxiliar o cumprimento dos critérios exigidos para a inclusão de objetos digitais de aprendizagem em coleções didáticas do ensino fundamental", p. 167-182 . In: **Anais do V Simpósio sobre o Livro Didático de Língua Materna e Língua Estrangeira & do IV Simpósio sobre Materiais e Recursos Didáticos [=Blucher Design Proceedings, v.2, n.6]**. São Paulo: Blucher, 2016.

NASCIMENTO, Frabício do; FERNANDES; Hylio Laganá; MENDONÇA; Viviane Melo de. O Ensino de Ciências no Brasil: História, Formação de Professores e Desafios Atuais. **Revista HISTEDBR On-line**. v.39, p. 225-249, set., 2010.

PAZ, et al. Dificuldades no ensino médio: aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina. In: **Anais do X Simpósio de produção científica**, Teresina: UESPI, 2010.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química- ENEQ**, Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

SÁ, L.V., ALMEIDA, J.V., EICHLER, M.L., Classificação de objetos de aprendizagem: uma análise de repositórios brasileiros. In: XV **Encontro Nacional de Ensino de Química**,2016, Brasília. XV Eneq, 2016.

SANTOS, Hioni Robert dos; BARBOZA, Liane Maria Vargas. Ensino e aprendizagem de química: adivinhas sobre a tabela periódica. In: **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor**. Cadernos PDE, v. 1, 2014.

SILVA, Adriana Mesquita da. Mídia e educação: proposta pedagógica com o uso do vídeo como recurso didático. **Periódico Científico Outras Palavras**, v. 12, n. 2, p. 115 – 129, 2016.

SILVA, Edilson Leite da; SALVIANO, Adenilda Timóteo. **Objetos de aprendizagem para o ensino de matemática**. VIII Colóquio de Matemática IFCE- Juazeiro do Norte. 12 a 14 de agosto 2015.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, EsteraMuszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2005.

SILVA, FIGUEIREDO & SILVA. Banco internacional de objetos educacionais: caracterização dos objetos virtuais de aprendizagem disponibilizados para docência em química. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 1, Ed. Especial, 191 – 201, set/dez. de 2018.

SILVA, M; ARAUJO, R. Crayon sharks: um estudo de caso sobre o design e aplicação de um jogo digital para o ensino de ciências. **HOLOS**, V.33, N.7, p.328-343, 2017.

SOARES, Aline B.; BARIN, Cláudia S. Mídias Sociais como ferramenta de Ensino e Aprendizagem. In: **Anais do 36° ENDEQ**, Pelotas, 2016.

XAVIER, A. R.; FIALHO, L. M. F. & LIMA, V. F. Tecnologias digitais e o ensino de Química: o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas. **Foro de Educación**, V. 17, N. 27, p. 289-308, 2019.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis.; TOSIN, João Angelo Pucci. **Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas**. 2012. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf. Acesso em: 16/05/2019.

CAPÍTULO 13

O USO DE MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTA ALTERNATIVA NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

Data de aceite: 01/06/2021

Data da submissão: 14/05/2021

Laís Conceição Tavares
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/0269883438925593

Alex Gomes de Oliveira
Secretaria do Estado de Educação do Pará
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/9553341100333170

Regina Celi Sarkis Müller
Universidade Federal do Pará
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/6549414943861479

Adriano Caldeira Fernandes
Universidade Federal do Pará
Belém-Pará
http://lattes.cnpq.br/9834361105587561

RESUMO: O trabalho teve como objetivo a utilização de mapas conceituais como ferramenta alternativa no processo de ensino-aprendizagem de Equilíbrio Químico. A pesquisa envolveu 28 discentes do segundo semestre do curso de graduação de Licenciatura em Química, ao longo da disciplina de Química Geral Teórica II, na Universidade Federal do Pará (UFPA), campus de Belém. As coletas de dados foram realizadas a partir da construção e reconstrução de mapas conceituais (MCs). As análises foram feitas a partir de critérios pré-estabelecidos, tais como conceitos, proposições e organização hierárquica que possibilitaram a avaliação da evolução da aprendizagem dos discentes. A experiência relatada foi importante, pois os resultados obtidos demonstraram que os mapas conceituais se constituem em valiosas ferramentas de aprendizagem que contribuem não somente como ensino de química mais coma a formação crítico-reflexiva dos professores de Química.

PALAVRAS - CHAVE: Ensino de Química, Mapas conceituais, Aprendizagem Significativa.

THE USE OF CONCEPT MAPS AS NA ALTERNATIVE TOOL IN THE TEACHING-LEARNING PROCESSO F CHEMICAL EQUILIBRIUM

ABSTRACT: The work aimed to use concept maps as na alternative tool in the teaching-learning processo f Chemical Equilibrium. The research involved 28 students from the second semestre of the undergraduate course in Chemistry, along the course of General Theoretical Chemistry II, at the Federal University of Pará (UFPA), Belém campus. Data collections were performed from the construction and reconstruction of concept maps (MCs). The analyzes were made based on pre-established criteria, such as concepts, propositions and hierarchical organization that enabled the assessment of the students learning Evolution. The experience reported was importante, as the results obtained demonstrated that the concept maps are valuable learning tools that contribute not only to teaching chemistry but also to the critical-reflexive training of Chemistry teachers.

KEYWORDS: Chemistry teaching, Concept maps, Meaningful Learning.

1 I INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o ensino de Química tem sido foco de diversas pesquisas acadêmicas expressas no crescimento considerável do número de publicações sobre o tema. Apesar da existência das Orientações Curriculares Nacionais, o ensino de Química é uma preocupação eminente, em razão das dificuldades apresentadas pelos alunos em aprender Química. Sabemos que as aplicações dos conceitos trabalhados na Química são variadas e de extrema importância para a vida dos cidadãos. No entanto, a dificuldade no ensino de Química reside no fato de os alunos não conseguirem enxergar a aplicação dos conceitos estudados em sala de aula, como relatam os autores:

> (...) quando analisamos a trajetória do ensino de química verificamos que, ao longo dos tempos, muitos alunos vêm demonstrando dificuldades em aprender. Na maioria das vezes, não percebem o significado ou a validade do que estudam. Usualmente os conteúdos parecem ser trabalhados de forma descontextualizada, tornando-se distantes, assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos. Alguns professores de Química, talvez pela falta de formação específica na área, demonstram dificuldades em relacionar os conteúdos científicos com eventos da vida cotidiana. Suas práticas, na maioria das vezes, priorizam a reprodução do conhecimento, ou seja, a cópia e a memorização, acentuando a dicotomia teoria-prática presente no ensino (NUNES e ADORNI, 2010, p.2).

Percebe-se que a necessidade de se promover um ensino de Química contextualizado, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno para que estes possam perceber a importância socioeconômica da Química, também é uma dificuldade do professor. O professor precisa fazer o planejamento de situações de aprendizagem, que sejam diversificadas e que valorizem os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como sua relação com novos conteúdos, no sentido de que uma aprendizagem significativa ocorra no ensino de ciências (AUSUBEL, 2003).

Nesse contexto, surge a necessidade do professor planejar o ensino, priorizando o avanço dos conceitos científicos para que o estudante dê continuidade ao processo de aprendizagem do conteúdo, resultando, de fato, em uma aprendizagem significativa. Sobre a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, Moreira afirma que:

> O conceito básico da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação. Esses aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancouradouro para a nova informação são chamados

> “subsunçores”. O termo ancorar, no entanto, apesar de útil como uma primeira ideia do que é aprendizagem significativa não dá uma imagem da dinâmica do processo. Na aprendizagem significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído (MOREIRA, 1988, p. 91).

Ter conhecimento químico é de grande relevância, e quando esse conhecimento se constrói de forma contextualizada, é ainda mais interessante, pois assim torna-se mais fácil aproveitar os conhecimentos prévios dos alunos, e utilizá-los na construção do conhecimento, bem como na busca de respostas para soluções-problemas que contribuirão para a formação de cidadãos conscientes.

Desse modo, ao considerar que a teoria da aprendizagem significativa pode contribuir com ensino de Química, surgiu o objetivo principal dessa pesquisa que consiste em utilizar os mapas conceituais como ferramentas auxiliadoras no processo de ensino-aprendizagem de alunos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Pará, sobre o conteúdo de Equilíbrio Químico. A experiência permitiu aos alunos, em sua formação acadêmica durante o curso de Licenciatura, conhecer um ensino diferenciado baseado na busca de uma aprendizagem significativa e que poderá servir de estímulo para os mesmos enquanto alunos e enquanto futuros professores de Química.

2 I PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para análise e avaliação dos mapas conceituais foram selecionados 28 discentes que participaram de todas as construções dos mapas conceituais.

Ao longo de uma sequência de ensino, os alunos construíram 4 mapas conceituais, sobre o conteúdo de Equilíbrio Químico, sendo que o mesmo foi dividido em duas subunidades: subunidade I (Equilíbrio Químico) e subunidade II (Equilíbrio Ácido-base). Os alunos construíram o primeiro mapa (MC1) sobre a primeira a subunidade I, e após discussões e a explanação do professor, os alunos construíram o MC1 melhorado (MC1Me), ou seja, espera-se que nesse segundo mapa os alunos possam corrigir erros e melhorar a relação entre conceitos.

Da mesma forma foi feito para a segunda parte de conteúdo, os alunos elaboraram o segundo mapa conceitual (MC2), e após explanação e discussões elaboraram o segundo mapa conceitual melhorado (MC2Me). Os mapas foram utilizados não somente como ferramentas de aprendizagem, mas também como instrumentos de avaliação dos alunos, logo servirão para a obtenção de conhecimentos prévios e para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2006).

A análise dos mapas teve caráter quali-quantitativo, pois a pesquisa utiliza técnicas numéricas e subjetivas para caracterizar e buscar soluções diante a problemática em estudo. Segundo Bicudo (2011), a qualitativa está no núcleo da quantitativa, pois no processo de contagem e seus respectivos modos de expressão, há uma cisão entre os atos, desdobrados em ideias de unidade, numeração, contagem etc., que levam a uma visão de exatidão que ao se associar a uma investigação se dá dentro de um contexto, coloca a quantidade no ângulo de quantidade.

Sobre a pesquisa quali-quantitativa, Bicudo (2011) afirma:

> A pesquisa qualitativa, como o nome já indica, trabalha com a qualidade. Qualidade de quê? Do objeto/observado, fenômeno/percebido? Com estas formulações estamos apontando pares que já anunciam posturas em relação ao modo de tornar um ou outro par para investigação (BICUDO, 2011, p. 18).

Fundamentados na obra de Novak e baseados na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, os mapas conceituais construídos foram avaliados a partir dos critérios descritos na Tabela 1:

Critérios	Indagações
Presença dos principais conceitos	Os alunos citaram os conceitos fundamentais relacionado ao tema de estudo?
Proposições com sentido lógico	As proposições (Conceito – conectivo – conteúdo) tem significado lógico, semântico e cientifico?
Organização Hierárquica	Os conceitos trabalhados se apresentam de forma ordenada, podendo identificar os conceitos mais gerais dos mais específicos o que denota a presença de diferenciação progressiva?

Tabela 1: Critérios de análise dos Mapas Conceituais.

Fonte: Próprio Autor.

Nas análises dos MCs, os critérios de análise eram observados e para cada parâmetro foi atribuído uma pontuação que variava de 0% a 100%, posteriormente foi calculada a média entre elas para atribuir uma pontuação final dos MCs dos alunos, e a partir delas, os mapas conceituais receberam os seguintes conceitos conforme indica a Tabela 2:

Conceito	Sigla	Porcentagem
Insuficiente	INS	0% - 49%
Regular	REG	50% - 69%
Bom	BOM	70% - 89%
Excelente	EXC	90% - 100%

Tabela 2: Conceitos dos Mapas Conceituais

Fonte: Próprio Autor.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a apresentação do conceito de Mapas Conceituais, de sua teoria e sua fundamentação, os alunos foram submetidos à construção, individualmente, de um mapa conceitual referente a Subunidade I - Equilíbrio Químico (MC1). A priori, considerou se a técnica como avaliação, pois este primeiro mapa conceitual, referente aos conceitos fundamentais sobre Equilíbrio Químico, de caráter idiossincrático, com a finalidade de observar a representação da compreensão de cada aluno sobre os conceitos relativos ao tema.

Posteriormente, após intervenções didáticas, os alunos construíram o segundo mapa conceitual sobre a mesma subunidade (MC1Me), e a partir daí foi observado como os alunos analisariam e organizariam os conceitos no processo de reconstrução dos mapas, pois dispunham de recursos didáticos, textos didáticos oriundos da bibliografia consultada podendo rever e inserir conceitos, proposições e relações hierárquicas que antes não possuíam em seus mapas prévios.

O mesmo foi realizado durante a Subunidade II – Equilíbrio Ácido-base, os alunos produziram o MC2 e o MC2Me, para a comparação após as intervenções didáticas do professor.

A partir dos critérios de análise e conceitos dos mapas conceituais, apresenta-se o desempenho dos alunos nas Tabelas 3 e 4:

DISCENTE	CON	PRO	OH	Média	MC1	CON	PRO	OH	Média	MC1Me
D1	90%	75%	70%	78%	BOM	90%	90%	95%	92%	EXC
D2	90%	85%	90%	88%	BOM	90%	35%	70%	65%	REG
D3	75%	30%	40%	48%	INS	90%	25%	25%	47%	INS
D4	30%	60%	60%	50%	REG	90%	80%	90%	87%	BOM
D5	90%	50%	50%	63%	REG	85%	80%	80%	82%	BOM
D6	60%	0%	70%	43%	INS	100%	90%	100%	97%	EXC
D7	75%	70%	80%	75%	BOM	75%	100%	100%	92%	EXC
D8	90%	70%	40%	67%	REG	90%	60%	50%	67%	REG
D9	90%	70%	60%	73%	BOM	100%	90%	100%	97%	EXC
D10	30%	10%	20%	20%	INS	75%	35%	20%	45%	INS
D11	90%	30%	30%	50%	REG	100%	100%	100%	100%	EXC
D12	100%	80%	80%	87%	BOM	70%	80%	100%	84%	BOM
D13	75%	20%	20%	38%	INS	75%	10%	45%	40%	INS
D14	90%	40%	45%	58%	REG	100%	90%	90%	93%	EXC
D15	75%	45%	40%	53%	REG	90%	100%	100%	97%	EXC
D16	75%	0%	30%	35%	INS	45%	80%	80%	68%	REG
D17	90%	65%	70%	75%	BOM	90%	30%	70%	63%	REG
D18	45%	40%	30%	38%	INS	90%	60%	80%	77%	BOM
D19	45%	50%	50%	48%	INS	90%	95%	100%	95%	EXC
D20	85%	45%	35%	55%	REG	100%	55%	45%	67%	REG
D21	100%	50%	35%	62%	REG	100%	55%	75%	77%	BOM
D22	75%	80%	50%	68%	REG	45%	80%	90%	72%	BOM
D23	75%	55%	60%	63%	REG	90%	75%	75%	80%	BOM
D24	45%	20%	40%	35%	INS	75%	20%	50%	48%	INS
D25	30%	0%	0%	10%	INS	70%	70%	75%	71,6%	BOM
D26	45%	50%	30%	42%	INS	55%	70%	85%	70%	BOM
D27	85%	90%	100%	92%	EXC	75%	30%	70%	58%	REG
D28	55%	60%	60%	60%	REG	90%	65%	70%	75%	BOM

Tabela 3: Critérios de análise e conceitos dos mapas conceituais da Subunidade I- Equilíbrio Químico: MC1 e MC1Me (CON=conceitos; PRO=proposições com sentido lógico; OH=organização hierárquica; MC1=mapa conceitual 1; MC1Me= mapa conceitual 1 melhorado).

Fonte: Próprio Autor.

DISCENTE	CON	PRO	OH	Média	MC2	CON	PRO	OH	Média	MC2Me
D1	70%	70%	90%	76,6%	BOM	80%	100%	90%	90%	EXC
D2	70%	90%	75%	81%	BOM	80%	100%	90%	90%	EXC
D3	50%	90%	70%	70%	BOM	80%	100%	90%	90%	EXC
D4	90%	100%	90%	93,3%	EXC	80%	95%	60%	78,3%	BOM
D5	80%	80%	70%	76,6%	BOM	95%	95%	90%	93,3%	EXC
D6	70%	80%	60%	70%	BOM	70%	80%	60%	70%	BOM
D7	90%	70%	80%	80%	BOM	90%	70%	80%	80%	BOM
D8	100%	65%	70%	78,3%	BOM	100%	70%	70%	80%	BOM
D9	90%	100%	80%	90%	EXC	90%	100%	80%	90%	EXC
D10	80%	80%	60%	76,6%	BOM	80%	80%	70%	76,6%	BOM
D11	100%	95%	80%	91,6%	EXC	100%	95%	80%	91,6%	EXC
D12	80%	80%	50%	70%	BOM	90%	90%	90%	90%	EXC
D13	50%	70%	40%	53,3%	REG	70%	70%	80%	73,3%	BOM
D14	100%	54%	62%	72%	BOM	100%	90%	100%	96,6%	EXC
D15	50%	90%	70%	70%	BOM	50%	90%	70%	70%	BOM
D16	40%	70%	60%	56,6%	REG	80%	90%	80%	83,3%	BOM
D17	50%	80%	80%	70%	BOM	50%	80%	80%	70%	BOM
D18	85%	70%	70%	75%	BOM	80%	100%	90%	90%	EXC
D19	100%	95%	80%	91,6%	EXC	100%	95%	90%	95%	EXC
D20	50%	30%	50%	43,3%	INS	80%	80%	70%	76,6%	BOM
D21	80%	100%	95%	91,6%	EXC	70%	100%	100%	90%	EXC
D22	70%	70%	40%	60%	REG	100%	90%	80%	90%	EXC
D23	100%	90%	80%	90%	EXC	100%	90%	80%	90%	EXC
D24	60%	80%	70%	70%	BOM	100%	80%	90%	90%	EXC
D25	90%	70%	60%	73,3%	BOM	90%	90%	90%	90%	EXC
D26	80%	80%	50%	70%	BOM	80%	80%	50%	70%	BOM
D27	90%	90%	90%	90%	EXC	90%	90%	90%	90%	EXC
D28	100%	95%	80%	91,6%	EXC	100%	100%	90%	96,6%	EXC

Tabela 4: Critérios de análise e conceitos dos mapas conceituais da Subunidade II- Equilíbrio Ácido-base: MC2 e MC2Me (CON=conceitos; PRO=proposições com sentido lógico; OH=organização hierárquica; MC2=mapa conceitual 2; MC2Me= mapa conceitual 2 melhorado).

Fonte: Próprio Autor.

Na Tabela 3 temos, os dados coletados a partir do estudo da Subunidade I- Equilíbrio Químico. A primeira coluna da tabela (Discente) descreve os discentes que participaram efetivamente da pesquisa, sendo um total de 28 alunos. A segunda coluna (CON) descreve a porcentagem relativa ao primeiro critério de análise: o uso de conceitos relativos ao conteúdo em estudo. A terceira coluna (PRO) corresponde a porcentagem de acertos em relação ao número de proposições válidas em relação ao total de proposições. A quarta coluna (OH) refere-se a porcentagem relacionada ao terceiro critério de análise que corresponde organização hierárquica na estruturação dos mapas conceituais. Posteriormente temos a média da porcentagem entre os três critérios de análise e finalmente o conceito relativo ao MC1. Na sequência, temos a mesma ordem de critérios de análise, média e conceito para o mapa conceitual 1 melhorado (MC1Me).

De forma análoga, na tabela 4, temos a mesma sequência de dados, mas desta vez referentes a subunidade II- Equilíbrio Ácido-base: MC2 e MC2Me.

Na Subunidade I, comparando os conceitos obtidos nos MC1 e com os conceitos obtidos no MC1Me, verificou-se que 64,3% (18) dos discentes (D1, D4, D5, D6, D7, D9, D11, D14, D15, D16, D18, D19, D21, D22, D23, D25, D26, D28) apresentaram um aumento em seus conceitos, 10,71% (3) dos discentes (D2, D17 e D27) tiveram uma queda em seus conceitos e 25% (7) dos discentes (D3, D8, D10, D12, D13, D20 e D24) permaneceram com o mesmo conceito, sendo que destes 4 alunos (D10, D13, D20 e D24) não conseguiram aumentar seus conceitos, porém elevaram as pontuações de seus mapas, o que pode ser visualizado na Tabela 3.

Um dos motivos para a não evolução dos alunos na construção do MC1Me é a ausência de conhecimentos prévios que dificulta as inter-relações conceituais - o novo conhecimento interligado aos conhecimentos já existente – sendo assim é fundamental a participação do professor para auxiliar na construção de estratégias para o aprendizado, uma vez que se torna essencial a ativação da estrutura cognitiva do aluno perante a nova aprendizagem. Isto é ratificado, na teoria de Ausubel (1980, p. 89), quando este diz que uma estratégia para organizar a estrutura cognitiva do aluno com a finalidade de "permitir" a prática dos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, é a participação ativa do professor para orientá-los, mas sem induzi-los na construção, assim facilitando a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Em segundo plano, na análise comparativa dos conceitos obtidos no MC2 e MC2Me, na Subunidade II, percebeu-se que 46,42%(13) dos discentes (D1, D2, D3, D5, D12, D13,D14, D16, D18, D20, D22, D24 e D25) elevaram seus conceitos, 3,57% dos discentes, isto é, 1 aluno (D4), apresentou uma diminuição de seu conceito de EXC (93,3%) para BOM (78,3%), e 50%(14) dos discentes (D6, D7, D8, D9, D10, D11, D15, D17, D19, D21, D23, D26, D27 e D28) permaneceram com o mesmo conceito, sendo que destes, 7 alunos mantiveram o conceito BOM e 7 permaneceram com EXC, conforme mostra a Tabela 4.

Os créditos para o aumento significativo de conceitos EXC, são atribuídos as intervenções didáticas realizadas em sala de aula e a dedicação dos alunos nas buscas em variadas fontes com o intuito de sanar dúvidas a respeito do conteúdo na construção do mapa. Segundo Yano e Amaral (2011) apud Tavares (2007):

> Quando o aluno confecciona um mapa conceitual sobre um tema, ele tem oportunidade de perceber suas dúvidas e lacunas e buscar meios de esclarecê-los, através de fontes diversas, voltando á construção do seu mapa. Nesse ir e vir, na busca de informação e construção do mapa é que a aprendizagem vai sendo construída com o significado e autonomamente (YANZO E AMARAL, 2011, p.82).

Vale ressaltar, que a segunda parte do conteúdo de Equilíbrio Químico (Subunidade II), foi elevado o número de alunos (15) que permaneceram com o mesmo conceito, sendo conceitos bens e excelentes, e isso pode ser explicado devido os alunos já terem adquirido uma certa experiência com a utilização da ferramenta mapas conceituais.

Após as intervenções didáticas realizadas pelo docente, os discentes construíam uma versão melhorada dos mapas conceituais, isso ocorreu tanto na Subunidade I quanto na Subunidade II. Ao reelaborar os mapas, os alunos foram estimulados a rever e inserir conceitos e termos de ligações nas novas versões de seus mapas. Percebeu-se então, que o último mapa do aluno não é uma mera imitação dos primeiros, no geral, significou uma reestruturação conceitual.

Novak (1984, p. 51), discorre sobre a importância de refazer os mapas conceituais: “Os mapas conceituais devem ser desenhados várias vezes. O primeiro mapa que uma pessoa elabora tem quase sempre falhas; pode ter sido difícil mostrar relações hierárquicas importantes entre conceitos [...]”. Ao reelaborar seus mapas, os discentes mostraram as relações entre os conceitos de forma mais simples, pois revisaram o conteúdo e melhoram as relações aumentando o caráter significativo.

A partir da análise das Tabelas 3 e 4, baseados nos critérios de análise, foram construídos os gráficos das figuras 1 e 2. Sendo que a Figura 1 apresenta a comparação conceitual entre os mapas MC1 e MC1Me referentes a Subunidade I, e a Figura 2 apresenta a comparação entre os mapas MC2 e MC2Me, relativos a Subunidade II.

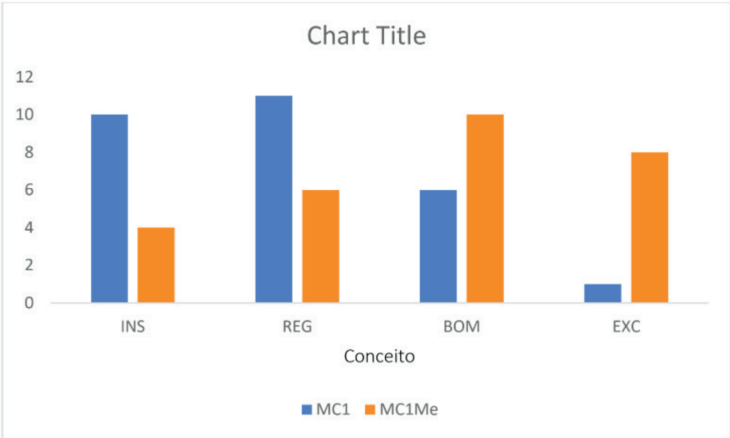


Figura 1: Gráfico de comparação dos conceitos dos mapas MC1 e MC1Me elaborados pelos discentes na Subunidade I- Equilíbrio Químico ao longo da disciplina de Química Geral Teórica II.

Fonte: Elaborado pelo autor.

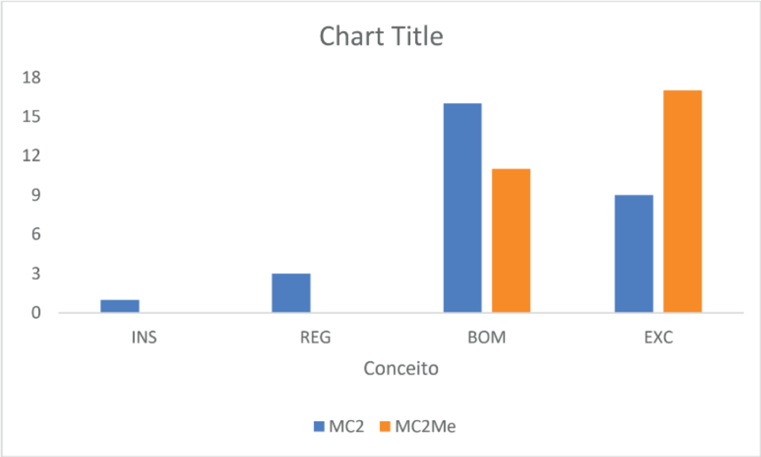


Figura 2: Gráfico de comparação dos conceitos dos mapas MC2 e MC2Me elaborados pelos discentes na Subunidade II- Equilíbrio Ácido-base ao longo da disciplina de Química Geral Teórica II.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir dos critérios de análise, os mapas conceituais foram classificados nos seguintes conceitos: insuficiente (INS: 0% - 49%), regular (REG: 50% - 69%), bom (BOM: 70% - 89%) e excelente (EXC: 90% - 100%), conforme sintetiza figuras 4 e 5. Percebe-se claramente uma diminuição de conceitos insuficientes e regulares, tanto na Subunidade I quanto na Subunidade II. Na Subunidade I, o número de conceitos bons aumentou assim como os conceitos excelentes, porém, na subunidade II, percebe-se uma diminuição de conceitos bons e um crescimento de conceitos excelentes. É importante destacar que na Subunidade II, não há conceitos insuficientes nem regulares na segunda construção dos mapas, isto é, no MC2Me.

Sendo assim, após as intervenções didáticas no processo de reelaboração de seus mapas conceituais (MC1Me e MC2Me) referentes às Subunidade I e II de Equilíbrio Químico, constata-se que 100% dos alunos obtiveram resultados satisfatórios do ponto de vista dos conceitos que envolvem o Equilíbrio Químico, demonstrando um avanço significativo na escolha dos principais conceitos, na formulação das proposições válidas e na organização hierárquica de seus mapas conceituais dentro de um processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, o que denota uma evolução da aprendizagem dos alunos através da utilização da ferramenta mapas conceituais.

4 I CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido a partir da construção de mapas conceituais, em uma sequência de ensino sobre Equilíbrio Químico, possibilitou a percepção dos mapas conceituais como ferramentas que auxiliam tanto o docente no desenvolvimento de suas atividades, quanto os discentes na organização e construção do conhecimento, uma vez que os MCs representam o conteúdo em estudo encadeado na estrutura cognitiva dos discentes.

A experiência relatada foi muito interessante, pois a construção de mapas conceituais permitiu a avaliação do desenvolvimento do aluno no decorrer da disciplina, mostrando que mais importante do que saber o que o aluno aprendeu, é poder acompanhar o processo de construção desse conhecimento. A utilização de mapas conceituais como instrumento de ensino-aprendizagem, mostrou-se válida na disciplina de Química geral teórica II, quando contribui para a organização de ideias e a possibilidade de compreender como diferentes visões dos discentes em relação a um mesmo conteúdo.

Dessa maneira, de acordo com os resultados obtidos nessa pesquisa, pôde-se perceber que os mapas conceituais contribuíram com o processo de ensino-aprendizagem dos discentes e se constituem em importantes ferramentas alternativas de ensino-aprendizagem utilizadas com satisfatoriedade no Ensino de Química.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** 1.ª Edição. PARALELO EDITORA, LDA, Lisboa, 2003.

BICUDO, M. A. V. **Pesquisa qualitativa segunda a visão fenomenológica.** São Paulo: Cortez, 2011.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística. Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N0 23 a 28: 87-95. 1988.

MOREIRA, M. A. - “**A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Brasília: UNB, 2006.

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos.** In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano. 1984.

YANZO, E. O.; AMARAL, C. L. C. **Mapas conceituais como ferramenta facilitadora na compreensão e interpretação de textos de química.** Experiências em Ensino de Ciências – V6(3), pp. 76-86, 2011.

CAPÍTULO 14

PRÁTICA DIDÁTICA E SUSTENTÁVEL NO ENSINO DE QUÍMICA: EXTRAÇÃO DA BIXINA A PARTIR DE SEMENTES DE URUCUM VALORANDO OS CORANTES NATURAIS

Data de aceite: 01/06/2021

Data da submissão: 04/05/2021

Sidne Rodrigues da Silva
Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Dourados - MS
http://lattes.cnpq.br/3964951099049985

Álvaro Itaúna Schalcher Pereira
Instituto Federal do Maranhão – IFMA
Codó - MA
http://lattes.cnpq.br/4623016052878309

Nayra Salazar Rocha
Instituto Federal do Maranhão – IFMA
Codó - MA
http://lattes.cnpq.br/1643452571428336

Weslen Carlos Silva Martins
Instituto Federal do Maranhão – IFMA Campus Codó
Codó – MA
http://lattes.cnpq.br/2798918946283451

Adilson Luís Pereira Silva
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
São Luís - MA
http://lattes.cnpq.br/4448767122826959

Aldemir da Guia Schalcher Pereira
Centro de Ensino Liceu Maranhense – CELM
São Luís - MA
http://lattes.cnpq.br/2765020663813735

RESUMO: Ao analisar as Tecnologias para a Qualidade da Educação Básica na cidade de Codó no Estado do Maranhão, observou-se a necessidade de adaptar procedimentos científicos empregados na separação e purificação de produtos naturais, por meio de uma prática para extração da Bixina, carotenoide presente no pericarpo maduro das sementes de Urucum (*Bixa orellana* L.) utilizado não só na culinária local, como para diversos fins econômicos e culturais na região dos cocais maranhenses. Tal prática teve como objetivo incentivar os alunos da segunda série do Ensino Médio da Escolar Centro de Ensino Luzenir Matta Roma sobre a relevância da sustentabilidade com a possibilidade de extração da Bixina a partir de uma solução alcalina de sementes de Urucum, usando a técnica de extração líquido-líquido. A metodologia empregada foi desenvolvida no Laboratório Multidisciplinar da referida Escola e teve a participação de 37 alunos(as), a matéria prima foi a semente de urucum (*Bixa orellana* L.) variedade EMBRAPA 36/37, adquirida no Sabiazal município da cidade de Codó – MA. Com essa pratica foi possível trabalhar conteúdos químicos tais como: solubilidade, densidade, e separação e purificação de misturas. Tais conteúdos apesar de serem vistos como complexos, com esta metodologia foi possível verificar uma participação ativa dos alunos e principalmente o interesse e o foco dos mesmos pela atividade do laboratório.

PALAVRAS - CHAVE: *Bixa orellana* L. Conteúdos Químicos. Extração Liquido-Liquido. Sustentabilidade.

DIDACTIC AND SUSTAINABLE PRACTICE IN CHEMISTRY TEACHING: BIXIN EXTRACTION FROM URUCUM SEEDS VALUING NATURAL DYES

ABSTRACT: Analyzing the Technologies for the Quality of Basic Education in the city of Codó in the State of Maranhão, there was a need to adapt scientific procedures used in the separation and purification of natural products, through a practice for the extraction of Bixin, a carotenoid present in the pericarp ripe of Annatto seeds (Bixa orellana L.) used not only in local cuisine, but for various economic and cultural purposes in the region of cocais maranhenses. This practice aimed to encourage students in the second grade of High School at Escolar Centro de Ensino Luzenir Matta Roma on the relevance of sustainability with the possibility of extracting Bixin from an alkaline solution of Annatto seeds, using the extraction technique liquid-liquid. The methodology used was developed in the Multidisciplinary Laboratory of that School and had the participation of 37 students, the raw material was the annatto seed (Bixa orellana L.) variety EMBRAPA 36/37, acquired in the Sabiazal municipality of the city of Codó - MA. With this practice it was possible to work with chemical contents such as: solubility, density, and separation and purification of mixtures. Such contents despite being seen as complex, with this methodology it was possible to verify an active participation of the students and mainly their interest and focus in the laboratory activity.
KEYWORDS: Bixa Orellana. Chemical Contents. Liquid-liquid extraction. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define que no Ensino Médio o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Química, Biologia e Física) deve-se adotar metodologias que enfrentem os desafios da contemporaneidade e ao mesmo tempo contribuam para a contextualização dos conhecimentos curriculares, e que desenvolva nos indivíduos a ampliação das habilidades investigativas que devem ter por base os conhecimentos/pesquisas científicos/as, bem como avaliar e propor possíveis soluções frente à produção humana e seus impactos socioambientais (BNCC, 2017).

Partindo dessas recomendações é de suma importância que os docentes utilizem com frequência conceitos, fenômenos e recursos tecnológicos presentes no cotidiano dos discentes para dar significado aos conteúdos que são ensinados no âmbito acadêmico. Visto que, os problemas existentes no processo de aprendizagem no ensino de Química, podem estar associados à dificuldade na transposição dos conhecimentos curriculares que por sua maioria são complexos e abstratos (FAGUNDES; PINHO, 2013).

Neste viés, ao analisar a diversidade da flora territorial codoense observou-se a ocorrência do arbusto Urucum (*Bixa orellana* L.) característico da floresta amazônica de várzea, e fonte de matéria prima explorada pelos moradores da região, que extraem de suas sementes, pigmentos (Bixina e Norbixina) utilizados não só na culinária local, mais também em todo território brasileiro (NOBRE et al., 2006).

Entre os carotenoides presentes no pericarpo maduro das sementes do Urucum a Bixina **Figura 1**, correspondendo a mais de 80% dos carotenoides encontrados

(SATYANARAYANA et al., 2003).

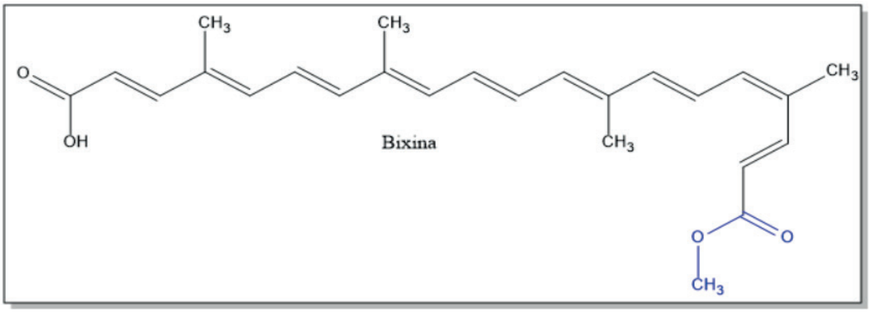


Figura 1: Formula Estrutural da Bixina.

Fonte: Autores,2020.

Vale destacar que, a Bixina não é usada somente na culinária, estudos comprovam seu potencial como um bom antioxidante e seus derivados podem ser utilizados como ligantes para o desenvolvimento de novos fármacos contra o HIV-1 Protease (SILVA et al., 2018).

Diante da diversidade usual do carotenoide já mencionado e considerando a necessidade de uma Educação Básica que atenda as demandas da sociedade contemporânea em que observa-se a profunda influência de aspectos ligados a evolução da Ciência e da Tecnologia (C&T), esta pratica tem como objetivo incentivar os alunos da segunda série do Ensino Médio da Escolar Centro de Ensino Luzenir Matta Roma (localizada no centro da cidade de Codó -MA), a relacionar a relevância da sustentabilidade com a possibilidade de extração da Bixina a partir de uma solução alcalina de sementes de urucum, usando a técnica de extração líquido-líquido e a aplicando diversos conceitos químicos dos conteúdos de solubilidade e separação de misturas.

2 I METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório multidisciplinar da Escola e teve a participação de 37 alunos os quais foram agrupados em 6 equipes. A matéria prima empregada foi a semente de urucum (*Bixa orellana* L.) variedade EMBRAPA 36/37, adquirida no Sabiazal município da cidade de Codó – MA.

O aparato experimental contou com a utilização de: pistilo, bastão de vidro, funil de separação, almofariz, balança analítica, espátula de alumínio, suporte para funil de decantação, erlenmeyer, pipeta graduada, becker, balão volumétrico 200 mL, capela, funil analítico, algodão, piseta e vidro de relógio. Em quanto que, os reagentes manipulados

foram: Solução de NaOH 5%, Água destilada, Clorofórmio, NaCl.

Para o procedimento experimental o docente preparou 200 mL de uma solução de hidróxido de sódio 5%. Em seguida as sementes de urucum foram trituradas e pesou-se 10g das mesmas, preparou-se a solução alcalina das mesmas e filtrou-se a solução com um funil analítico e algodão.

Com o auxílio de uma pipeta graduada, mediu-se 20 mL de solução alcalina das sementes de urucum e transferiu-se a para um funil de separação. A seguir adicionou-se ao mesmo funil 10 mL de clorofórmio com o auxílio de outra pipeta graduada.

Tampou-se o funil de separação e foi selecionado um participante de cada equipe para agitar o cuidadosamente, com movimentos leves. Acompanhou-se este processo de repetidas liberações dos gases que se formaram. Conseguiu-se isto virando o funil e abrindo-se a torneira do mesmo. Os alunos foram orientados a pôr o funil na argola e deixar o funil em repouso até que ocorresse a separação de duas fases.

Após a agitação da solução houve a formação de emulsões entre as duas fases, portanto optou-se por a adicionar uma espátula com NaCl. Com isso alcalinizou-se ainda mais a fase aquosa, e acelerando o processo de extração. Deixou-se o sistema em repouso até ocorrer a separação das duas fases, inferior e superior (fase orgânica e fase aquosa, respectivamente). Após a separação a fase orgânica foi coletada e a fase aquosa neutralizada e descartada adequadamente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar as pesquisas científicas sobre o meio rural e sobre os diversos aspectos da sustentabilidade a utilização de um processo de extração da Bixina a partir de uma solução alcalina de sementes de urucum, com a técnica de extração líquido-líquido, é visto que tal proposta possibilita uma compreensão crítica e reflexiva da importância socioambiental sobre o princípio fundamental da técnica utilizada que consiste basicamente na distribuição do soluto entre os dois solventes de acordo com a sua solubilidade em cada um deles (LIMA et al., 2001; NOBRE et al., 2006; CHUYEN et al., 2012; PIMENTEL; STRINGHETA, 2013).

Nesse contexto com esta prática foi possível trabalhar vários conceitos de química que são constantemente abordados em sala de aula. Tendo em vista que ao adicionar clorofórmio na solução alcalina, foi possível ensinar aos participantes que houve uma separação significativa entre as duas fases e que isso ocorreu pelo fato de a fase orgânica ser mais densa que a fase aquosa, envolvendo assim conceitos de propriedades físicas e químicas de compostos orgânicos.

Teóricos contemporâneos defendem que este tipo de abordagem é essencial para a formação integral dos discentes visto que:

> os conteúdos curriculares de química precisam servir para a introdução do educando no mundo do conhecimento científico e da tecnologia, sendo estes utilizados para formar senso crítico na luta pelos seus direitos, no cumprimento de seus deveres, na defesa do próximo e do meio ambiente (TARGINO DE MOURA, SOUZA, SÁ CARNEIRO, p. 11, 2019).

Ademais, os movimentos feitos com o funil de separação serviram para homogeneizar a solução e o clorofórmio poder arrastar a Bixina separando-a da fase aquosa. Foi explicado para os alunos que isso só foi possível, porque segundo (NOBRE et al., 2006) a Bixina é um éster mono metílico de um ácido dicarboxílico e, em condições alcalinas, o grupo metil pode ser saponificado, produzindo o ácido dicarboxílico livre denominado **norbixina**. Em excesso de álcali, o ácido dicarboxílico dissocia-se para formar um sal, de sódio, sendo esta forma de pigmento solúvel em água. Por outro lado, a Bixina é hidrossolúvel, mais pode ser dissolvido em clorofórmio. Pois seus pontos de solubilidade são favoráveis para esta reação. Assim foi possível explicar para os discentes por que a Bixina estava contida na fase orgânica e não na fase aquosa.

A utilização dos termos técnicos-científicos supra citados associada a prática realizada no espaço escolar, segundo os autores Valério e Bazzo (2006) é capaz de auxiliar na construção de um modelo social no qual as relações entre ciências, tecnologia e sociedade precisam ser reconstruídas. Ou seja, esses discursos refletem os anseios de muitos docentes por uma sociedade esclarecida, capaz de compreender a realidade atual, caracterizada pela transitoriedade de uma visão paradigmática moderna, na qual a ciência e tecnologia são sinônimas de desenvolvimento humano e bem estar social, para uma sociedade pós-moderna, fundamentada em reflexões e questionamentos relativos às certezas, aplicabilidade e aos acessos dos feitos científicos e tecnológicos (VALÉRIO; BAZZO, 2006).

Por fim, o norbixinato de sódio formado na solução não pode ser coletado. Pois como o funil de separação contendo a solução ficou exposto a luz, houve uma degradação gradual e significativa do corante. Coube ressaltar aos discentes que muitas substancias orgânicas são fotossensíveis e a ação da luz pode provocar efeitos irreversíveis na estrutura destes tipos de substâncias.

4 I CONCLUSÃO

Paralelamente, as discussões de uma educação para a formação de indivíduos para o pleno exercício da cidadania, pode-se observar um esforço no sentido de se reestruturar o currículo de Química. De forma que os documentos oficiais têm apontado para o fato de que é necessário se valorizar determinadas habilidades e competências as quais sejam capazes de tornar o ensino de químico significativo para os estudantes, apresentando o real sentido dos conceitos químicos, bem como suas aplicações no cotidiano e suas implicações políticas, sociais econômicas, culturais, éticas e ambientais, para isso o

processo de contextualização precisa fazer parte das aulas.

Está prática constitui-se em uma proposta educacional que almejou a preparação dos participantes para o exercício da cidadania de forma crítica e reflexiva ao discutir a função dos conteúdos químicos e suas relações com a sociedade e sustentabilidade do ambiente. Vale ressaltar que, resíduos resultantes foram neutralizados e descartados conforme recomendando pelos órgãos sanitários e de fiscalização do ambiente.

REFERÊNCIAS

BRASIL - Base Nacional Comum Curricular (**BNCC**). Brasília: MEC, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/imagens/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: 02 de março de 2021**.**

NOBRE, B. P.; MENDES, R. L.; QUEIROZ, E. M.; PESSOA, F. L. P.; COELHO, J. P.; PALAVRA, A. F. **Supercritical carbon dioxide extraction of pigments from Bixa orellana seeds (experiments and modeling)**. Braz. J. Chem. Eng., 23(2), 251-258. 2006.

FAGUNDES, E. M.; PINHEIRO, N. A. M. **A abordagem da ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências: a relevância da prática docente.** Revista Polidisciplinar Eletrônica da Faculdade Guairacá., V.5 Ed. 01. ISSN 1808-9305. 2013.

SATYANARAYANA, A.; RAO, P. P.; BALASWAMY, K.; VELU, V.; RAO, D. G. **Chemistry, processing and toxicology of annatto (Bixa orellana L.)**. Journal of Food Science Technology, v.40, n.2, p.131-141. 2003.

SILVA, J.; MARINHO, M. M.; SILVA, J. E.; MARINHO, E. M.; MARINHO E. S. **Estudo comparativo de docking molecular entre o inibidor de protease saquinavir e o carotenoide Bixina como potencial inibidor do vírus HIV tipo I (1HXB).** Revista Expressão Católica Saúde; v. 3, n. 1; ISSN: 2526-964X. 2018.

LIMA, L.R.P.; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J.; PINTO, A.S.; STRINGHETA, P.C.; TINOCO, A.L.A.; SILVA, J.F. **Bixina, Norbixina e Quercitina e seus efeitos no metabolismo lipídico de coelhos**. Braz. J. Vet. Res. An. Sc., 38 (4), 196 – 200. 2001.

CHUYEN, H. V.; NGOC HOI, N. T. & EUN J-B. **Improvement of bixin extraction yield and extraction quality from annatto seed by modification and combination of different extraction methods**. Inter. J. Food Sci. Technol., 47, 1333–1338. 2012.

PIMENTEL, F. A.; STRINGHETA, P. C. **Produção de corantes de Urucum em pó, por meio de precipitação ácida, a partir de extratos obtidos em diferentes soluções extratoras.** Revista Brasileira de Corantes Naturais, v.3, p. 53-57, 2013.

TARGINO DE MOURA, F.; SOUSA, R.; E SÁ CARNEIRO, C. **O ensino de Química Contextualizado: as vozes discentes.** Revista Insignare Scientia - RIS, v. 1, n. 3. 2019.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. A. **O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Revista de Ensino de Engenharia**, v. 25, n. 1, p. 31-39, 2006.

CAPÍTULO 15

PRODUÇÃO DE VIDEOAULAS EM LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS COMO ESTRATÉGIA PARA APRIMORAR A COMPREENSÃO DE CONTEÚDOS DE QUÍMICA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE ESTUDANTES SURDOS

Data de aceite: 01/06/2021

Antônio Ricardo Araújo Gonçalves
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

Alexandra Souza de Carvalho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e produzir videoaulas em Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS com o intuito de promover o desenvolvimento científico de pessoas surdas, através do aprendizado de conceitos e terminologias da disciplina de química. Considerando-se a inclusão de estudantes surdos no ensino básico, faz-se necessário que todos os cidadãos surdos ou ouvintes desenvolvam consciência e compreensão sobre o impacto da ciência e tecnologia na sociedade em que vivemos. Desta forma, a produção de videoaulas pode garantir que estes estudantes tenham acesso aos conhecimentos científicos e melhor compreensão de conceitos relativos à ciência. Na presente pesquisa avaliamos as estratégias de ensino utilizadas pelos professores de química para o debate da educação científica no contexto da inclusão de estudantes surdos e como se dá a interação entre professores, intérpretes e estudantes. A pesquisa teve caráter qualitativo com a aplicação de um questionário diagnóstico para analisar os principais conteúdos considerados de difícil compreensão pelos estudantes surdos e de difícil tradução pelos intérpretes. Os conteúdos selecionados foram utilizados para a elaboração e gravação das videoaulas como recurso didático para auxiliar no processo ensino-aprendizagem de estudantes surdos nos conteúdos de química.

PALAVRAS - CHAVE: Ensino de química, LIBRAS, material didático.

PRODUCTION OF VÍDEO LESSONS IN BRAZILIAN SIGN LANGUAGE – LIBRAS AS A STRATEGY TO IMPROVE THE UNDERSTANDING OF CHEMISTRY CONTENT IN TEACHING-LEARNING OF DEAF STUDENTS

ABSTRACT: This research had to develop and produce video lessons in Brazilian Sign Language – LIBRAS in order to promote the scientific development of deaf people, through the learning of concepts and terminologies of Chemistry. Considering the inclusion of deaf students in basic education, it is necessary that all deaf or hearing citizens develop awareness and understanding of the impact of science and technology on the society in which we live. Thus, the production of video classes can guarantee that these students have access to scientific knowledge and a better understanding of concepts related to science. In this research we evaluated the teaching strategies used by Chemistry teachers to debate scientific education in the context of the inclusion of deaf students and how the interaction between teachers, interpreters and students takes place. The research had a qualitative character with the application of a diagnostic questionnaire to analyze the main contents considered difficult for

the deaf students to understand and difficult for the interpreters to translate. The selected contents were used for the preparation and recording of Chemistry video classes as a didactic resource to assist in the teaching-learning process of deaf students.

KEYWORDS: teaching of Chemistry, LIBRAS, pedagogical materials.

1 I INTRODUÇÃO

Conforme os documentos da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2015), promover a alfabetização científica implica criar alternativas para o ensino e a aprendizagem das ciências de forma contextualizada, por meio de situações-problema que valorizem os conhecimentos prévios e fatos do cotidiano dos alunos. É oferecer oportunidades para construção de senso crítico e autônomo do estudante, visando prepará-lo para enfrentar os desafios da sociedade moderna dentro e fora da escola.

Do ponto de vista de documentos pedagógicos, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM (2018), a alfabetização científica se expressa mediante o desenvolvimento de competências e habilidades argumentativas, que permitem ao estudante questionar a ciência e a tecnologia no contexto em que vive, e está diretamente relacionada à educação em ciências, logo, é de vital importância que se promova o acesso dos estudantes mediante a utilização de recursos no qual o estudante participe ativamente da construção do conhecimento científico e possa proporcionar também que outros estudantes possam usufruir destes conteúdos científicos.

Além da aprendizagem das ciências, no contexto da alfabetização científica, ser considerada um direito de todos, tanto dos alunos da educação básica quanto da população em geral (CACHAPUZ et al. 2005), considera-se a partir desta ideia que teríamos uma alternativa de construir um futuro desenvolvido e sustentável, construindo conhecimentos científicos numa perspectiva mais ampla, formando indivíduos com condições de discutir sobre temas como avanços científicos e tecnológicos e que possam debater sobre possíveis posicionamentos críticos diante de problemas manifestados. (VITOR et al. 2017).

Santos (2007) considera, que por meio do letramento científico é destacada a função social das ciências e das tecnologias, pois é dito que o conhecimento científico está entrelaçado com os aspectos sociais e ambientais e que o desenvolvimento de uma educação científica acontece pelas influências entre as ciências, as tecnologias e a sociedade. Sasseron e associados (2008 p. 12) apresentam que o ensino de ciências deve ser promovido na perspectiva de formar cidadãos para a atual realidade, portanto, é preciso oferecer muito mais que noções ou conceitos científicos.

Dentro desse contexto, nos deparamos com a realidade de estudantes surdos na sala de aula de ciências. Esses estudantes possuem dificuldades em compreender conceitos científicos, devido à falta de formação da maioria dos professores, além da falta de domínio dos intérpretes de libras. Desta forma, é necessário dar condições para uma

alfabetização científica emancipadora.

A Libras é a segunda língua oficial do Brasil e é a língua pela qual as pessoas surdas se comunicam, sendo constituinte da identidade surda (ZYCH, 2008). Contudo, a maioria da população desconhece e apresenta dificuldade em se comunicar com as pessoas que a utilizam, além de, também não haver intérpretes e tradutores em números suficientes para atender à demanda educacional (SANTOS, 2006).

Como podemos melhorar esse diálogo sobre a transposição do conhecimento científico para o conhecimento escolar para estudantes surdos, tendo em vista que a maioria dos professores, especificamente da área de química, não dominam a libras? Levando-se em consideração a presença dos intérpretes, de que forma, trabalhar em conjunto (professor/intérprete) para que haja uma sinergia no diálogo entre os sujeitos – professor/ intérprete/ estudante surdo?

Silveira e Sousa (2011 p. 6) indicam que os professores de ciências, por não possuírem formação que lhes possibilitem trabalhar com deficientes auditivos, possuem grandes dificuldades em lidar com a construção de conceitos científicos para estudantes surdos o que, por sua vez, gera a exclusão e distanciamento desses estudantes nas aulas desse conteúdo. Diante dessa perspectiva, faz-se necessário que todo cidadão possua consciência e compreensão do impacto da ciência e da tecnologia sobre a sociedade (SANTOS, 2006b). A partir desta compreensão pensemos sobre a importância de todas as pessoas poderem ter a oportunidade de ter contato com os conhecimentos básicos sobre ciência e tecnologia (VILENA-RIBEIRO et al, 2013).

No processo de ensino de conteúdos científicos aos estudantes surdos, o professor de química precisa da tradução dos intérpretes de libras, uma vez que ele não domina a língua. O intérprete de libras, responsável por tornar acessível os conteúdos científicos, geralmente não possui formação em Ciências Naturais, tendo dificuldade para interpretar e traduzir os conceitos científicos (SILVA, et al, 2016).

Pode-se perceber que não é tão simples o papel do professor de química como mediador no processo de construção do conhecimento científico dos estudantes surdos, se torna um grande desafio, pois devido à falta de sinais apropriados para conceitos químicos em libras e pela falta de acessibilidade da maioria das pessoas a essa língua, o professor tem dificuldade em eliminar os obstáculos que dificulta o processo de ensino e aprendizagem, caracterizada pela falta de comunicação (REIS, 2015). Porém, Vitor e colaboradores (2017 p. 21) argumentam que os estudantes têm o direito de saber, mais profundamente, sobre as ciências e as tecnologias, independentemente de suas limitações.

Terris (2016) afirma que:

> Atividades que exploram o sentido visual, como o uso de recursos tecnológicos, vídeos legendados, jogos didáticos adaptados e algumas atividades lúdicas voltadas para a inclusão são ferramentas que podem auxiliar o professor e facilitar a aprendizagem por parte dos surdos, uma vez que permite minimizar as barreiras de comunicação entre o professor e o aluno. (TERRIS, 2016, p.7)

Nessa concepção, Campelo (2007) afirma que no contexto escolar o uso da língua de sinais combinada a diversos recursos visuais favorecem aos surdos uma aprendizagem significativa. Desta forma, pode-se afirmar que a construção de recursos ocasiona benefícios diversos para o estudante surdo.

Diante desta problemática Diaz (2013 p. 9) cita que os meios tecnológicos exploram a linguagem visual. Ela constitui um sistema com potencial riquíssimo a ser desenvolvido na escola da mesma forma que a escola explora a linguagem verbal. Nesse contexto insere-se as videoaulas como recurso didático relevante para o ensino de ciências/química ao estudante surdo. A eficiência do ensino de química para estudantes surdos será proporcional aos métodos de ensino alternativos que se adequem a necessidade de aprendizagem destes estudantes.

Dessa forma, a elaboração de recursos didáticos para o ensino de química aos surdos se apresenta como uma temática que abre caminhos para novas frentes de pesquisa a fim de subsidiar a prática docente, bem como agregar significados ao aprendizado dos alunos que se enquadram nessas condições (TERRIS, 2016b).

Portanto, considera-se possibilitar a alfabetização científica para estudantes surdos, através da gravação de videoaulas por estes estudantes. Os intérpretes irão a todo momento auxiliá-los na aprendizagem dos temas abordados, assim como o professor de química, para que o estudante adquira o conhecimento necessário para a produção das videoaulas. É fundamental que os estudantes surdos devam desenvolver seus conhecimentos, sua autonomia, sua capacidade de escolhas e de tomada de decisões. (BRASIL, 2006).

2 | METODOLOGIA

O recurso desenvolvido teve por objetivo direcionar o olhar do expectador para a ciência por meio da inserção de conceitos químicos associados ao cotidiano. Os vídeos produzidos são bilíngues e dessa forma trazem informações aos estudantes surdos através da libras. Os recursos visuais também têm a capacidade de facilitar o entendimento do universo microscópico auxiliando na criação do imaginário dos conceitos químicos e assim, estimular a compreensão do abstrato. Neste aspecto, torna-se então, uma poderosa ferramenta para a discussão de alguns conceitos químicos.

Os vídeos propostos também caracterizam a divulgação científica e a acessibilidade, uma vez que discutem o conhecimento científico em linguagem adaptada a surdos e contribuem para tornar a química um campo do conhecimento acessível.

Para o desenvolvimento do presente estudo optou-se por uma pesquisa qualitativa e como participantes da pesquisa estudantes surdos, intérpretes, professores de química e estudantes ouvintes da educação básica da rede pública de ensino do município de Catu, Bahia. Cabe destacar, que neste cenário, os anseios que motivam o pesquisador qualitativo não são necessariamente quantificáveis, assim, não se busca compreender os fenômenos investigados de forma fragmentada e/ou isolada. Conforme afirma Triviños (1987):

> Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com o resultado e o produto, uma vez que [...] a pesquisa qualitativa não admite visões isoladas, parceladas, estanques. Ela se desenvolve com a interação dinâmica, retroalimentando-se, reformulando-se constantemente, por meio da coleta de informações. (TRIVIÑOS, 1987, p.137)

Os instrumentos de pesquisa que foram utilizados para a coleta de dados envolveram questionários semiestruturados elaborados no aplicativo google forms, plano de aula dos professores de química, a observação direta no momento da gravação da vídeo aula e entrevista com os estudantes surdos que ministraram as videoaulas. A pesquisa foi realizada através de plataformas virtuais.

Realizou-se inicialmente, um levantamento de dados aplicados aos participantes da pesquisa. Em seguida elaborou-se um questionário semiestruturado no aplicativo Google forms com o objetivo de diagnosticar as concepções de estudantes, professores e intérpretes relacionadas aos conteúdos/temas da área de química. Nesse questionário, buscou-se compreender quais os conteúdos/temas são considerados de fácil compreensão e quais aqueles que são considerados mais difíceis.

O questionário semiestruturado foi elaborado através da utilização de perguntas conforme a escala Likert. Aguiar et al. (2011 p. 15), afirmam que o uso de escalas de autorrelato - escalas onde o respondente avalia algo por si próprio, através de respostas dadas em um questionário - para coletar opiniões e avaliações objetivas é atividade comum e difundida entre várias áreas do saber. Nesta escala, cada sujeito que responde o questionário diz seu grau de satisfação, concordância ou aceitação sobre algo, escolhendo um dos pontos numa escala com cinco opções (sendo as mais comuns: nunca, raramente, às vezes, muitas vezes e sempre).

A utilização de um questionário foi fundamentada nas ideias de Manzini (2003 p. 5), que nos diz que este permite a coleta de informações por meio da elaboração de um roteiro com perguntas que atinjam diretamente os objetivos pretendidos, além de possibilitar que o pesquisador se organize para um processo de interação com o colaborador por meio de questões não condicionadas a uma padronização de alternativas.

Posteriormente, foram elaborados roteiros e planos de aula pelo professor de química que serviram de suporte para a produção e gravação das videoaulas pelos estudantes surdos. A ideia foi minimizar a falta de compreensão dos temas/conteúdos selecionados. Ao final da produção e gravação das videoaulas, essas foram disponibilizadas na plataforma Youtube.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme Leite (2020), muitos professores não foram “preparados” para utilizarem as tecnologias digitais no ensino de química. Há diversos trabalhos na literatura que corroboram com esta observação. Para o autor, os professores precisam (re)pensar as

possibilidades de uso das tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas, e não só pelo simples fato de conhecer um novo dispositivo móvel, ou ambiente ou aplicativo, mas dele pensar em como colocar estes recursos/dispositivos em sua prática e de forma a alcançar seus objetivos de ensino (LEITE, 2020).

Para o processo de ensino-aprendizagem de estudantes surdos, é necessário que o professor, além do conhecimento sobre como utilizar os recursos didáticos digitais (RDD), avalie as melhores estratégias pedagógicas para incluir a Libras como facilitadora do processo de comunicação entre estudantes surdos e ouvintes.

No presente trabalho, produzimos videoaulas envolvendo conteúdos de química em Libras para estudantes surdos e/ou ouvintes. Inicialmente foram produzidos e elaborados roteiros (sequências didáticas) com os conteúdos a serem abordados. Os vídeos foram elaborados pelos estudantes surdos sob orientação do professor de química e um intérprete.

Observou-se que, a produção de uma videoaula, proporcionou que os estudantes envolvidos participassem de forma ativa durante o processo de construção do conhecimento tornando mais dinâmico o aprendizado. A elaboração do roteiro e gravação foram realizados em um laboratório de química geral do Instituto Federal Baiano, campus Catu, no ano de 2019 e teve como participantes 02 (dois) estudantes surdos matriculados em um curso técnico integrado ao ensino médio e no curso de licenciatura em química.

Após a elaboração dos roteiros das videoaulas, foi necessário que os 02 estudantes surdos identificados por estudante A e estudante B, se apropriassem dos conteúdos e da construção do conhecimento científico. No período de cinco dias entre a construção dos roteiros e a gravação das videoaulas, houve reuniões com os estudantes para sanar possíveis dúvidas sobre a abordagem dos conteúdos.

Ao analisarmos a transcrição da fala do estudante A:

“Aprender para ensinar facilita bastante, pois quando ensinamos compreendemos melhor os conteúdos e durante as aulas, às vezes, ficamos sem entender determinados conteúdos”.

Ao observarmos que o intérprete demonstrava alguma dúvida em relação ao sinal em libras utilizado para determinada terminologia, imediatamente, a gravação da aula era interrompida e verificávamos a melhor forma de representá-lo sem haver perda em seu sentido (figura 1). Conforme Costa (2014):

> Em sala de aula, a falta de sinais específicos para expressar determinados conceitos interfere na compreensão do conteúdo ministrado, acarretando falha na comunicação pedagógica entre professor, intérprete e estudante surdo, o que muitas vezes, contribui para o fracasso escolar e aumento do índice de reprovação do estudante surdo em relação ao ouvinte. (COSTA, 2014, p.27).

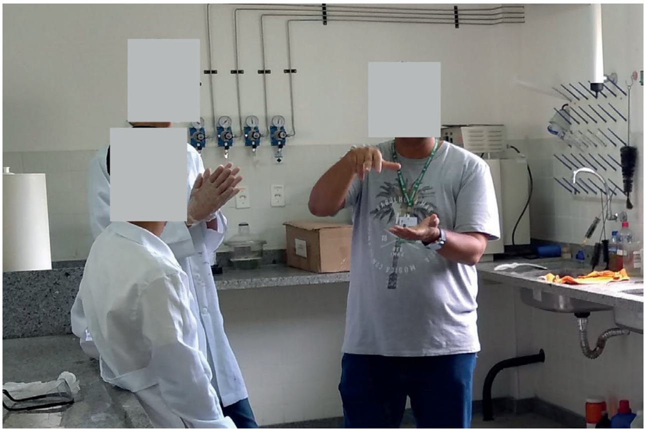


Figura 1: Intérprete traduzindo aos estudantes surdos a terminologia química em Libras.

Avaliamos através da observação direta, que a produção da videoaulas (figura 2), incentivou os estudantes surdos a buscarem a construção do conhecimento sobre o tema abordado, além de perceberem a "sensação" de inclusão. Desta forma, promoveu-se a motivação para que esses estudantes continuassem a gravar as vídeo aulas, possibilitando a acessibilidade do conhecimento para todos. Carvalho (2016) afirma que:

> O uso das tecnologias da informação e comunicação em especial à utilização de videoaulas é muito promissor favorecendo a compreensão dos estudantes que participam da construção das videoaulas e daqueles que irão usufruir deste conteúdo e ajudando no aprendizado mais rápido dos mesmos, pois estas aulas em vídeo têm muita aceitação entres os jovens em idade escolar. (CARVALHO, 2016, p.4)



Figura 2: gravação das vídeo aulas

Na segunda etapa do trabalho, foi elaborado um questionário com o objetivo de diagnosticar as concepções de estudantes, professores e intérpretes relacionadas à aprendizagem dos conteúdos/temas da área de química.

Observou-se que, entre os professores entrevistados, aproximadamente 60% alegaram que nunca entraram em contato com o intérprete antes das aulas (figura 3). Essa observação, pode nos indicar que a falta de comunicação entre os intérpretes e professores implica na compreensão dos estudantes surdos em relação aos conceitos científicos da química. Além disso, os intérpretes que não dominam o conhecimento específico podem ter maior dificuldade para a tradução.

Alves et al (2013 p. 10) pondera sobre a dificuldade que o intérprete enfrenta tendo em vista que muitos conceitos e sinais dos termos científicos ainda não compreende o universo cultural dos surdos, ou seja, os tradutores sentem dificuldades em transmitir alguns conceitos científicos em Libras, pelo fato de não haver sinais específicos para tais conceitos.

Desta forma, é necessária uma prévia comunicação entre professor e intérprete para minimizar esses fatores citados acima.

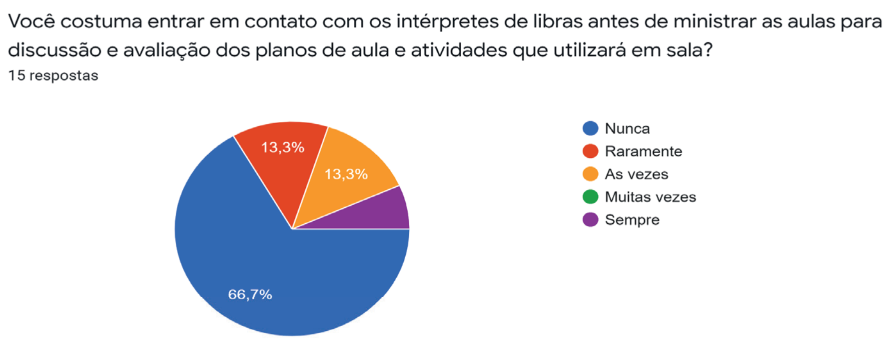


Figura 3. Pergunta aos professores se os mesmos entram em contato com os intérpretes de Libras antes de ministrar as aulas para debater sobre os temas a serem abordados.

Observou-se também que aproximadamente 13% dos professores entrevistados afirmaram que às vezes se comunicam com os intérpretes antes das aulas. O mesmo percentual de professores respondeu que raramente falam com os intérpretes. Conforme Reis et al. (2002), salienta-se a importância desse contato prévio entre professores e intérpretes, pois os profissionais que trabalham com surdos devem desenvolver um tipo de dinâmica em sala de aula na qual a comunicação é troca, é interação e é processo e então, possa ser vivenciada por todos, na qual o conhecimento a ser trabalhado seja compartilhado entre todos os sujeitos do processo de ensino-aprendizagem.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

O atual perfil dos estudantes ingressantes na escola exige processos educacionais mais interativos, com o uso de tecnologias que atendam a realidade social e ao mercado de trabalho para que desta forma seja possível formar indivíduos com as competências necessárias para atuar nesta nova Sociedade do conhecimento (ESSI, 2016).

A produção de vídeo aulas constitui-se em uma nova abordagem de ensino e popularização das ciências, afinal é uma metodologia ativa que dialoga com os sentidos, pois motiva os estudantes surdos que participam da produção das vídeo aulas tornando o aprendizado mais dinâmico, propiciando a aprendizagem de conceitos e a desenvoltura dos participantes diante das gravações. Promove ainda, a democratização do conhecimento.

O recurso didático produzido será acessível para todos os estudantes surdos e/ou ouvintes do ensino médio, pois as vídeo aulas abordam os temas/conteúdos em Libras. As aulas foram gravadas e legendadas para melhor compreensão dos estudantes ouvintes. A estratégia pedagógica utilizada no trabalho permite uma melhor adequação dos recursos didáticos digitais disponíveis e pode ser aplicada em atividades de apoio ao ensino e para o compartilhamento de saberes com o público não-formal.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, B; CORREIA, W; CAMPOS, F. Uso da Escala Likert na Análise de Jogos. **Anais do X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital**, v. 7, n. 09, 2011.

ALVES, F. S.; CAMARGO, E. P. O atendimento educacional especializado e o ensino de física para pessoas surdas: uma abordagem qualitativa. **Abakós**, v. 2, n.1, p.61-74, 2013.

BRASIL. **Decreto N° 5.626. Regulamenta a Lei n° 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras, e o art. 18 da Lei n° 10.098 de 19 de dezembro de 2000**. Publicada no Diário Oficial da União em 22/12/2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%20 5.626%2C%20DE%2022,19%20de%20dezembro%20de%202000.>

BRASIL. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. In. Brasil. Ministério da educação. Conselho Nacional de Educação. 2018.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. D. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. 2005.

CAMPELLO, A. R. e S. Pedagogia Visual: Sinal na educação de Surdos. In: Quadros, Ronice Müller (Org.). **Estudo Surdos II**. Petrópolis, RJ: Arara Azul, 2007.

COSTA, E. S.O ensino de química e a Língua Brasileira de Sinais-Sistema SignWriting (LIBRAS-SW): monitoramento interventivo na produção de sinais científicos. 2014.

DE CARVALHO, L. H. P.; CANDEIAS, C.N. B. O uso de videoaulas como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem em química. **Simpósio Internacional de Educação e Comunicação-SIMEDUC**, n. 7, 2016.

DIAZ, F. Tecnologias digitais e a educação matemática de surdos. REMATEC. **Revista de Matemática, Ensino e Cultura** (UFRN), v. 1, p.179-198, 2013.

ESSI, L. Produção de vídeo aulas: aprendendo, mais do que ensinando. Rio Grande do Sul. 2016.

LEITE, B. S. Da aula presencial para a aula virtual: relatos de uma experiência no ensino virtual de Química. **Educación Química**, v. 31, n. 5, p. 66-72. 2020.

MANZINI, E. J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semiestruturada. In: MARQUEZINI, M. A.; OMOTE, S. (Orgs.). **Colóquios sobre pesquisa em educação especial.** Londrina, p. 13-30, 2003.

OCDE. **Programa de Trabalho. Acordo de cooperação entre a República Federativa do Brasil e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. Paris/Brasília, 2015.

REIS, E. S. O ensino de química para alunos surdos: desafios e práticas dos professores e intérpretes no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos traduzidos para libras. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)**. Fortaleza. 2015.

REIS, E. S.; SILVA, L. P. O ensino das ciências naturais para alunos surdos: concepções e dificuldades dos professores da escola Aloysio Chaves – Concórdia/PA. **Revista do EDICC (Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura)**, v. 1. 2012.

SANTOS, S. A. Intérpretes de língua brasileira de sinais: um estudo sobre as identidades. 2006. 199 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SANTOS, W. L. P. Letramento em química, educação planetária e inclusão social. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p. 611-620, 2006.b

SASSERON, L. H. Alfabetização científica no ensino fundamental: estruturas e indicadores deste processo em sala de aula. **Tese (Doutorado em Educação)** - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SILVA, M., CAMARGO, E. Letramento científico: algumas dificuldades e possibilidades no ensino de ciências para alunos surdos. **VII Congresso Brasileiro de Educação Especial e X Encontro da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial**. São Carlos. SP. 2016.

SILVEIRA, H. E. SOUSA, S. F. Terminologias químicas em Libras: a utilização de sinais na aprendizagem de alunos surdos. 2011.

TERRIS, P. A. Divulgação de ciências para estudantes surdos a partir da elaboração de vídeos inclusivos. Universidade Federal do Tocantins. Araguaína. Tocantins. 2016.b

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VILELA-RIBEIRO, E. B.; BENITE, A. M. C. Alfabetização científica e educação inclusiva no discurso de professores formadores de professores de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 19, n. 3, p. 781-794, 2013.

VITOR, F. C.; SILVA, A. P. B. Alfabetização e educação científica: consensos e controvérsias. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 98, n. 249, p. 410-427, 2017.a

VITOR, F. C.; SILVA, A. P. B. Alfabetização e educação científica: consensos e controvérsias. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 98, n. 249, p. 410-427, 2017.b

ZYCH, A. C. Os aportes da educação de surdos, decorrentes do decreto federal no 5626/05. **Analecta**, v. 9, n. 2, p. 113-125, 2008.a

ZYCH, A. C. Os aportes da educação de surdos, decorrentes do decreto federal no 5626/05. **Analecta**, v. 9, n. 2, p. 113-125, 2008.b

CAPÍTULO 16

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA AUXILIAR NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM NAS AULAS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Data de aceite: 01/06/2021

Alexandra Souza de Carvalho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

Arisa Evelyn Pinheiro dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IF Baiano – Catu – Bahia

RESUMO: O desenvolvimento de pesquisas em ensino de química vem crescendo nos últimos dez anos e buscam somar ações para a melhoria da qualidade do ensino de química na educação básica, objetivando contribuir na reflexão e crítica por parte de pesquisadores que atuam nas Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil, expressando um novo olhar em relação aos grupos e linhas de pesquisa relacionados a esta área. O número de pesquisas na área de ensino de química voltadas para a produção de recursos didáticos é ainda reduzido comparado a outras áreas da química. A formação dos professores, tanto inicial como continuada, deve levar em conta o desenvolvimento de conhecimentos específicos que garantam uma atuação em sala de aula de forma significativa. O domínio do conteúdo pelo professor não é garantia para um bom desempenho do professor. No presente trabalho, avaliou-se a aplicação de recursos didáticos para o ensino de química com o objetivo de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de química dos cursos técnicos existentes no *Campus* Catu. A pesquisa foi de natureza qualitativa, baseada na coleta de dados bibliográficos relacionadas com a produção de recursos didáticos e estes dados foram categorizados utilizando-se a análise de Bardin. Realizou-se um levantamento de recursos didáticos utilizados pelos professores de química dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do Instituto Federal Baiano (IF Baiano) *Campus* Catu utilizando-se como instrumentos de pesquisa questionários semiestruturados. A análise de conteúdo realizada demonstrou que o uso de recursos didáticos nas aulas de química proporciona ao professor a avaliação de suas práticas educativas e a ter mais autonomia na sua sala de aula, o que promove uma aprendizagem significativa para seus alunos.

PALAVRAS - CHAVE: Prática docente, formação continuada, material didático.

ABSTRACT: The development of research in teaching chemistry has grown over the past ten years, seeks to add actions to improve the quality of teaching chemistry in basic education, aiming to contribute to reflection and criticism by researchers working in Higher Education Institutions (HEIs) in Brazil, expressing a new look in relation to groups and lines of study related to this area. The number of researches in the area of teaching chemistry focused on the production of didactic resources is still reduced compared to other areas of chemistry. The training of teachers, both initial and continuing, must take into account the development of specific knowledge that guarantees a significant performance in the classroom. Mastery of the content is no guarantee for a good performance of the teacher. In the

present work, the application of didactic resources for teaching chemistry was evaluated in order to assist in the teaching and learning process in the chemistry classes of the technical courses existing at IF Baiano/Campus Catu. The research was of a qualitative nature, based on the collection of bibliographic data related to the production of didactic resources and these data were categorized using the analysis of Bardin. A survey was conducted to investigate didactic resources used by the chemistry teachers of technical courses integrated to high school at the Federal Institute of Bahia (IF Baiano) Campus Catu using semi-structured questionnaires as research instruments.The content analysis carried out showed that the use of didactic resources in chemistry classes allows the teacher to evaluate his educational practices and to have more autonomy in his classroom, which promotes meaningful learning for his students.
KEYWORDS: teaching practice, teacher training, continuing education, courseware.

1 I INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem crescido as discussões acerca dos currículos dos cursos de formação inicial, em particular as licenciaturas. As mudanças contemporâneas originadas do desenvolvimento social, político, econômico, ambiental, etc, tem trazido investigações sobre que tipo de formação queremos para esses futuros professores. Outro aspecto importante trata da formação inicial dos professores de química. A complexidade do processo formativo do professor justificou os momentos de reflexão sobre o uso da experimentação no ensino de química. A reforma educacional ou, até mesmo, as inovações no campo educacional mostram a necessidade de um novo professor. Um professor com habilidade e conhecimento necessários à sua prática docente, isto é, um professor crítico e reflexivo frente as propostas educacionais e que tenha uma concepção epistemológica clara daquilo que ensina. (BRASIL, 1994).

Para Trujillo (2017), na literatura educacional há um interesse crescente na definição de quais conhecimentos, saberes, habilidades e competências devem compor o repertório profissional de um professor para que este realize o seu trabalho de forma eficiente, considerando os distintos contextos de ensino em que se encontra inserido e os objetivos propostos para a aprendizagem e formação dos alunos. Segundo o autor uma das grandes preocupações da pesquisa educativa nos últimos anos está relacionada com a formação de professores de Ciências para os diferentes níveis de ensino.

Novas metodologias de ensino e práticas educativas têm sido desenvolvidas para a complementação do conhecimento pedagógico geral do professor em sala de aula e a melhoria da prática docente, além de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos da educação básica. Diferentes modelos vêm sendo utilizados na formação inicial e continuada de professores de química.

Segundo Oliveira (2019), os atuais modelos de formação de professores, principalmente na área de ciências, são criticados devido à pouca articulação entre os

aspectos relacionados ao conteúdo específico e aos aspectos relacionados ao fazer docente, que envolvem conhecimentos pedagógicos e contextuais.

Os professores encontram dificuldades em utilizar materiais didáticos até mesmo o livro didático, as vezes por falta de experiência em sua prática docente no desenvolvimento desse material ou até mesmo o despreparo na sua formação inicial ou continuada. Faz-se necessário nos cursos de licenciatura em química e cursos de formação continuada a discussão sobre o desenvolvimento de materiais didáticos para aplicação em sala de aula na educação Básica, melhorando desta forma a aprendizagem dos alunos. Diante desse contexto, sabe-se que com as mudanças sociais, políticas, econômicas, tecnológicas e ambientais que vem ocorrendo, é preciso formar um professor consciente com essas questões para que esse possa em sua prática também formar seus alunos com uma consciência crítica e que consigam resolver os problemas no seu cotidiano dentro da sociedade.

A importância do ensino de ciências nas escolas está relacionada com a inserção do indivíduo na sociedade. A busca constante pela melhoria da qualidade de vida tem gerado problemas ambientais, sociais e econômicos, pois há esgotamento de recursos, degradação ambiental e exclusão cultural. Diante desses problemas, seres humanos devem ser capazes de questionar as transformações sociais e tomar decisões, agindo da melhor forma possível em relação às necessidades da sociedade e a exercício da cidadania. A escola tem um papel crucial diante disso, pois o acesso ao conhecimento científico pode inserir o aluno em questões fundamentais que contribuem para o avanço da sociedade (BELTRAMIN, 2010).

Segundo Schnetzler, (2004), o ensino atual não tem atendido o objetivo principal de formar cidadãos críticos para a sociedade. Além disso, o professor tem que se deparar com mudanças curriculares e novas diretrizes para a educação básica que exigem mudanças comportamentais na sua prática docente, a discussão acerca da inclusão escolar nas escolas têm proporcionado uma nova concepção de professor.

Atualmente as políticas nacionais de inclusão escolar estão baseadas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação do Brasil (LDB, Lei 9394/1996) que define Educação especial como à modalidade escolar para educandos “portadores de necessidades especiais”, preferencialmente na rede regular de ensino. (BRASIL, 1996).

O ensino de ciências para deficientes auditivos, por exemplo, é um dos maiores desafios da educação, pois além de ensinar é preciso que o professor desperte a atenção do aluno e encontre uma metodologia que alcance a melhor maneira de auxiliar o educando nos seus estudos. (ESTÁCIO; SOUZA, 2015)

Se perguntarmos a um professor que materiais didáticos utiliza em suas aulas de ciências, as respostas, em sua maioria, farão referência a poucos itens: livro didático, quadro negro, vídeos e alguns outros textos, bem como objetos de ensino. Se a pergunta solicitar que ele explicite o objetivo do uso de determinado material, as respostas oscilarão

em torno de algo como: “facilitar ou melhorar a aprendizagem do aluno”. Um conceito deve não apenas servir para identificar um material, mas conter elementos que se associem às suas funções básicas.

O primeiro aspecto que percebemos nessa busca de um conceito é a diversidade de expressões que, normalmente, estão associadas ao que chamamos aqui de material didático. Além desse termo, encontra-se também material de ensino, recursos ou meios de ensino, recursos didáticos, material ou recurso pedagógico. Em síntese, as palavras meio, recurso, material, auxiliar, combinadas com ensino, didático, instrucional, ensino-aprendizagem, educacional e outros termos, são expressões frequentemente encontradas na literatura educacional. (UNESP, 2013)

A utilização de recursos didáticos como quadro branco (ou de giz) e pincéis, data show, jogos, passeios para pesquisa de campo e assim por diante, faz parte do processo de ensino aprendizagem que é importante para que o aluno assimile o conteúdo trabalhado, desenvolvendo sua criatividade, coordenação motora e habilidade ao manusear objetivos diversos que poderão ser usados pelo professor na aplicação de suas aulas, servindo como mediadores nesse processo. (SOUZA, 2007)

A utilização de recursos didáticos e metodologias ativas, assim como práticas educativas inovadoras no ensino de ciências possibilita aos estudantes uma aprendizagem de forma significativa na construção de novos conhecimentos e a ampliação dos conhecimentos já adquiridos, formando cidadãos críticos, com autonomia, criatividade e senso de coletividade. Além disso, a utilização desses recursos possibilita aulas mais dinâmicas, reforçando os laços professor- aluno e desmitificando a ideia de que a química possui apenas conteúdos difíceis e que não são uteis para a sua vivência. A escolha ou confecção de um material didático que irá auxiliar o professor em sala de aula, dá ao mesmo a possibilidade de conhecer em si novas habilidades e competências.

2 | METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi de natureza qualitativa baseada em coleta de dados bibliográficos (2011-2015) acerca de pesquisas relacionadas com a produção de material didático. Foi realizado um levantamento de materiais/recursos didáticos utilizados pelos professores de química dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do Instituto Federal Baiano (IF Baiano) *Campus* Catu. Aplicou-se como instrumentos de pesquisa questionários semiestruturados e entrevistas e estes dados foram categorizados utilizando-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin.

No quadro 1 abaixo, temos as questões elaboradas no questionário.

Questões realizadas
1. Qual(is) recurso(s) didático(s) você costuma utilizar em sua sala de aula? 2. Qual a sua opinião sobre a importância do recurso didático para o desenvolvimento de atividades em sala de aula pelo professor? 3. De que forma o recurso didático auxilia no processo de ensino-aprendizagem? E o recurso didático dentro da perspectiva de inclusão? 4. O senhor(a) utiliza recursos didáticos diferentes para cada ano letivo? 5. Quais os parâmetros que devem ser utilizados para a utilização de um novo recurso didático? Qual o seu principal motivo para continuar utilizando o mesmo recurso didático?

Quadro 1. Questões elaboradas do questionário

Fonte: as autoras (2020)

Os professores entrevistados receberam o questionário por e-mail ou aplicativo de comunicação.

Foi utilizada a técnica para análise qualitativa, a análise de conteúdo para compreensão dos resultados obtidos.

Na área da educação, a análise de conteúdo pode ser, sem dúvida, um instrumento de grande utilidade em estudos, em que os dados coletados sejam resultados de entrevistas (diretivas ou não), questionários abertos, discursos ou documentos oficiais, textos literários, artigos de jornais, missões de rádio e de televisão. O objetivo final da análise de conteúdo é fornecer indicadores úteis aos objetivos da pesquisa. O pesquisador poderá, assim, interpretar os resultados obtidos, relacionando-os ao próprio contexto de produção do documento e aos objetivos da pesquisa. Ainda nesse pensamento, compreende-se que a intenção da análise de conteúdo é a "*inferência de conhecimentos relativos às condições de produção* (ou, *eventualmente, de recepção*), *inferência esta que recorre de indicadores* (*quantitativos ou não*)." (BARDIN, 2011).

3 I RESULTADOS OBTIDOS

3.1 Análise de conteúdo

Após a aplicação dos questionários, alguns relatos respondidos pelos professores foram analisados através da análise de conteúdo utilizando-se a construção de classes e categorias das respostas.

As categorias podem, ainda, ser previamente construídas (análises por categorias

previamente construídas) ou podem ser definidas à medida em que estas forem encontradas no texto (análises semânticas inferidas do texto). Com a construção das categorias e classes, pode-se organizar a frequência desses dados, ou seja, atribuir a cada categoria uma contagem. Essa organização permitirá saber quantas vezes determinado tema ou palavra aparece no texto. (BARDIN, 2011)

A análise da frequência pode ser feita por categorias ou classes. Na contagem por categorias deve-se levar em conta o número de vezes que cada unidade de sentido aparece no texto. A ordem de aparição da unidade de sentido no texto poderá ainda ser ou não considerada na contagem da frequência.

Após a organização dos dados, podemos ter uma compreensão das repostas dos sujeitos da pesquisa e, nesse sentido, poderemos discutir cada categoria identificada na pesquisa (quadro 2).

CLASSES	CATEGORIAS	FREQUENCIA (CATEGORIAS)
Educação Inclusiva	adequação a sala de aula	03
	necessidades especiais	02
	captação de dados	01
	utilização dos cinco sentidos	01
	acessibilidade	01
Tipos de recursos didáticos	recursos tradicionais	02
	recursos visuais	03
	modelos didáticos	03
	recursos audiovisuais	03
	recursos eletrônicos	03
	experimentos	01
Metodologias/Estratégias de aprendizagem	auxilia o ensino-aprendizagem	03
	ferramenta de aprendizagem	03
	transferência de conteúdos	01
	disponibilidade dos recursos	02
	tecnologias ativas	01
Formação docente	planejamento	03
	domínio	03
	pesquisa	01
Saberes prévios e cognitivos	participação	01
	habilidades e competências	01
	atenção	01

Teoria positivista	testar, validar	02
	efetividade	02
	resultados satisfatórios	01

Quadro 2. Categorização dos dados obtidos dos relatos dos professores

Fonte: as autoras (2020)

Observou-se que todos os docentes sujeitos da pesquisa possuíam graduação e pós-graduação (mestrado e doutorado), atuam na profissão há mais de 05 (cinco) anos e ensinam no município de Catu-BA. São características dos estudantes: adolescentes entre 15 e 18 anos, a maioria de baixa renda familiar.

Análise dos recursos didáticos pelos docentes. (Questão 1)

Após a separação por categorias, pode-se observar que 100% dos docentes utilizam o quadro e o piloto como recurso didático, mostrando desta forma, ser o recurso mais utilizado; 37,5% dos entrevistados usam textos como recurso didático, 100% dos professores utilizam o projetor (data-show), 12,5% utilizam o computador, 37,5% utiliza o livro didático e 37,5% utilizam jogos. Outros professores utilizam metodologias inovadoras/ ativas, tais como: 25% - softwares; 87,5 % - aulas experimentais e 75 % realizam pesquisa científica com os alunos.

Apesar da busca por abandonar a forma tradicional de ensino através da participação em cursos e programas para a formação continuada, o recurso didático mais utilizado pelo professor ainda são o quadro negro e o giz que foram repaginados pelo quadro branco e o piloto, esses são mais utilizados por serem disponíveis na escola e de baixo custo, além de um recurso visual acessível a todos os alunos. A utilização de recursos multimídias em sala de aula aumentou com a criação do Programa Nacional de Informática (PROINFO) nas escolas, em abril 1997, permitindo que as escolas selecionadas pudessem ter na sua infraestrutura 01 (um) laboratório básico de informática e pelo menos um servidor multimídia. É um recurso mais atrativo, mas escasso e disputado entre os professores, pois atrai a atenção dos alunos na sala de aula e facilita a metodologia do professor. A falta de um professor de informática em algumas escolas da rede pública impossibilita a realização de aulas com a utilização de computadores, já que uma parcela significativa de alunos não possui acesso a este recurso fora da escola.

O livro didático tem sido consideravelmente deixado de ser utilizado pelos professores, isso se deve a quantidade de livros enviados para cada escola e que não supre a demanda da quantidade de alunos em sala de aula e a falta de cultura dos estudantes pela leitura. No ano de 2017, a SAEB, através de seu Sistema de Avaliação da Educação Básica divulgou através do MEC, que 07 (sete) a cada 10 (dez) alunos do ensino médio possui nível insuficiente em português e matemática.

A crescente utilização de jogos didáticos, por exemplo, se deve segundo Moratori

(2003), a ajuda do desenvolvimento integral e dinâmico nas áreas cognitiva, afetiva, linguística, social, moral e motora, além da contribuição para a criatividade, responsabilidade e cooperação das crianças e adolescentes.

O aumento também da introdução de aulas experimentais tem mostrado que os professores preferem alunos mais ativos na sua sala de aula, sendo indagadores na construção do conhecimento e saber científico. O uso da experimentação, exige do docente criatividade para adaptação das suas aulas e recursos necessários, além de muitas escolas não possuírem laboratórios.

Observou-se na pesquisa, que apesar da instituição pesquisada possuir laboratórios e materiais para desenvolvimento de aulas experimentais, alguns professores não utilizam esses espaços. A baixa carga horária da disciplina de química em alguns cursos técnicos e a quantidade de alunos pode interferir na preparação dessas aulas.

Observou-se também, que nenhum professor relatou planejar, produzir/confeccionar seu próprio material/recurso didático.

Análise da importância do recurso didático para o desenvolvimento de atividades em sala de aula pelo professor. (Questão 2)

Percebeu-se que, alguns termos se repetiram em todas as entrevistas, tais como: auxiliam; complementa; melhor compreensão e ensino aprendizagem, demonstrando desta forma, que o ensino do conteúdo não depende somente do recurso didático utilizado, mas para os professores essa metodologia facilita a aprendizagem dos estudantes. Segundo Souza (2007), a utilização dos variados recursos didáticos auxiliam o desenvolvimento do processo de ensino e de aprendizagem, facilitando a relação professor – aluno – conhecimento. Além disso, quando acompanhado de respostas positivas faz com que o aluno se torne confiante e mais desejoso em aprender.

Análise da forma como o recurso didático auxilia no processo de ensino aprendizagem e dentro da perspectiva de inclusão. (Questão 3)

Os entrevistados relataram que os recursos didáticos auxiliam no desenvolvimento do conhecimento sociocultura dos alunos, na assimilação dos conteúdos no cotidiano e melhora a compreensão e entendimento sem a necessidade da memorização.

Em relação a utilização de recursos didáticos sob a perspectiva da educação inclusiva, os professores relataram que poderiam ser utilizados como meio de acessibilidade a conteúdos discutidos em sala de aula, a fim de minimizar as diferenças nas possibilidades de aprendizagem causadas pelas diversas deficiências Observou-se que, a maioria dos professores não discutiram o processo de inclusão de estudantes com deficiência nas salas de aula.

Análise da utilização de materiais didáticos diferentes/diversos para cada ano letivo. (Questão 4)

Percebeu-se que existe uma preocupação no cumprimento da ementa, mas também a necessidade da diversificação dos recursos didáticos, pois entende-se que a cada ano/

série letivos os adolescentes possuem desenvolvimento cognitivo e forma de aprendizagens diferentes.

Análise dos parâmetros para a utilização de um novo recurso didático e principal motivo para continuar utilizando o mesmo recurso didático. (Questão 5)

Observou-se a repetição de algumas expressões, tais como: procurar conhecer a turma; domínio dos recursos didáticos e validação antecipada ou testar e validar. Percebe-se que a formação continuada docente é necessária para que o professor utilize esses recursos de forma planejada e segura. Uma atividade bem planejada utilizando-se recursos didáticos pode promover habilidades e competências para a formação do indivíduo.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de recursos didáticos e metodologias ativas, assim como práticas educativas inovadoras no ensino de ciências possibilita aos estudantes uma aprendizagem de forma significativa na construção de novos conhecimentos e a ampliação dos conhecimentos já adquiridos, formando cidadãos críticos, com autonomia, criatividade e senso de coletividade. Além disso, a utilização desses recursos possibilita aulas mais dinâmicas, reforçando os laços professor- aluno e desmitificando a ideia de que a química possui apenas conteúdos difíceis e que não são uteis para a sua vivência. A escolha ou confecção de um material didático que irá auxiliar o professor em sala de aula, dá ao mesmo a possibilidade de refletir sobre a sua prática docente.

Vale salientar que, a ideia de coletividade e interatividade deve estar presente ao se utilizar recursos didáticos em sala de aula, pois deve-se preconizar e atender de forma adequada o currículo para formação de um cidadão que saiba intervir em sociedade, conforme as diretrizes curriculares para a formação no ensino médio.

REFERÊNCIAS

BELTRAMIN, Franciane; GÓIS, Jackson. **Materiais didáticos para alunos cegos e surdos no ensino de química**. Paraná. SBQ, 2010.12p.

BRASIL. **Portaria n.º 1.793, de dezembro de 1994. Ministério da Educação e do Desporto**. Brasília, DF: MEC: SEPESPE, 1994. Disponível em: < http:// portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/port1793.pdf>. Acessado em 10 de outubro de 2019.

BRASIL. **Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional**. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 1996. Seção 1.

BRITO, Assicleide da Silva; SANTOS, Hélio Magno Nascimento dos. Aula 4: Analise de conteúdo**. [Mensagem pessoal]. Mensagem recebi por area.um@gmail.com em 24 de outubro de 2019.**

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** 11ª ed. Lisboa: Edições 70, 2011.

ESTÁCIO, J.S.; SOUZA, J.R.T. **Dificuldades e instrumentos didáticos facilitadores no ensino de química para alunos deficientes auditivos.** 14º Encontro de Profissionais da Química da Amazônia, 2015.

OLIVEIRA, Brenno Ralf Maciel. **Eletroquímica e formação continuada**: Caminhos para desenvolver o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo de professores de química. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo. São Paulo. p.301, 2019.

SCHNETZLER, R.P. **A pesquisa no ensino de química e a importância da Química Nova na Escola**. v. 20, p. 49-53, 2004.

SOUZA, S. E. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇAO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: "INFANCIA E PRATICAS EDUCATIVAS"**. Maringá, PR, 2007. Acessado em: 10 mar. 2017.

TRUJILLO, Carlos Humberto Zuluaga. **O conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) do professor de química e seu desenvolvimento a partirda reflexão sobre os modelos de ligação química e sua modelagem**. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual PaulistaJúlio de MesquistaFilho.Bauru, São Paulo. p.281, 2017.

UNESP. **Material Didático no Ensino de Ciências.** 2013.

CAPÍTULO 17

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE MICRO E MACROALGAS COMO INIBIDORES DE CORROSÃO

Data de aceite: 01/06/2021
Data de submissão: 15/05/2021

Vanessa Mattos dos Santos
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Química
Rio de Janeiro - RJ
http://lattes.cnpq.br/7360273810127740

Anita Ferreira do Valle
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Química
Rio de Janeiro - RJ
http://lattes.cnpq.br/2206935989496987

Eliane D'Elia
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Química
Rio de Janeiro - RJ
http://lattes.cnpq.br/2739863135439867

Mariana dos Santos Tavares
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Química
Rio de Janeiro – RJ
http://lattes.cnpq.br/3712189766964746

RESUMO: A capacidade de algumas algas de inibir a corrosão de materiais metálicos ainda é muito pouco explorada. Cerca de 77% dos artigos encontrados na base de dados SCOPUS foram descartados por não apresentarem relação com o tema da pesquisa. A prospecção revelou ainda que as macroalgas são mais largamente empregadas nos estudos, comparadas às microalgas. Apesar disso, tanto as micro quanto as macroalgas apresentaram altas eficiências de inibição. Os estudos chegaram à conclusão que o efeito inibidor da corrosão dos extratos de algas aumenta com a sua concentração no meio corrosivo e diminui com a temperatura na maioria dos casos apresentados na literatura.
PALAVRAS - CHAVE: Prospecção tecnológica, inibidor de corrosão, microalgas, macroalgas.

TECHNOLOGY FORESIGHT OF MICRO AND MACROALGAE AS CORROSION INHIBITORS

ABSTRACT: The ability of some algae to inhibit the corrosion of metallic materials is still under explored. About 77% of the articles found in SCOPUS database were discarded because they were not related to the research aim. The techonological forecasting also revealed that macroalgae are more widely used in the studies, compared to microalgae. Despite this, both micro and macroalgae showed high corrosion inhibition efficiencies. The studies concluded that the corrosion inhibitory action of different algae extracts increases with its concentration in the corrosion medium and decreases with temperature in most cases.
KEYWORDS: Technology foresight, corrosion inhibithor, microalgae, macroalgae.

1 I INTRODUÇÃO

A corrosão dos materiais metálicos, em contato com os mais variados ambientes e sujeitos ou não a esforços mecânicos, pode

ocorrer através de um processo eletroquímico (GENTIL,1996). Como consequência, há uma diminuição do desempenho esperado e uma constante necessidade de troca e manutenção dos metais, assim como perda de lucros associada à interrupção do processo produtivo nas indústrias, riscos de acidentes e perdas de vidas, além de contaminações ambientais. Por esses motivos, se torna essencial a busca por inibidores de corrosão eficientes.

Os primeiros anticorrosivos utilizados apresentavam em sua composição química substâncias com heteroátomos de nitrogênio, oxigênio e enxofre. Através dos seus pares de elétrons disponíveis, estes se ligavam às superfícies metálicas e impediam que estas superfícies sofressem ação da corrosão e se deteriorassem. No entanto, esses produtos eram tóxicos e causavam danos ao meio ambiente (PEREIRA et al., 2012).

Ao longo dos últimos anos, o número de pesquisas com novos anticorrosivos “verdes”, ou seja, não prejudiciais à natureza e saúde das pessoas, vem crescendo cada vez mais (ROCHA et al., 2012).

As algas são organismos fotossintéticos capazes de produzir biomassa com compostos biologicamente ativos, e têm sido foco de muitos estudos nas mais diversas áreas. As microalgas são organismos unicelulares, enquanto que as macroalgas são pluricelulares (BICUDO; MENEZES, 2010).

O objetivo dessa prospecção tecnológica era analisar as tendências mundiais referentes ao uso tanto de micro quanto macroalgas como inibidores de corrosão.

2 | METODOLOGIA

Foram analisados no total 90 artigos científicos encontrados na base de dados SCOPUS. Os trabalhos que exploravam outras propriedades das algas que não a sua capacidade inibidora de corrosão foram descartados e as informações dos artigos relevantes, isto é, aqueles que demonstravam relação com o tema da prospecção, foram classificadas nas taxonomias macro, meso e esta detalhada na taxonomia micro (BAHRUTH et al., 2006).

Na busca por artigos foram utilizadas as combinações de palavras-chave “saline AND medium AND algae”, “corrosion AND algae”, “Dunaliella salina AND corrosion inhibithor”, Cyanobacterium AND carbon steel”, “corrosion inhibithor AND alga” e “corrosion AND algae”.

Também foi utilizado um filtro para os anos de publicação. Foi escolhido como intervalo temporal os últimos cinco anos. Porém, com as palavras-chave “corrosion inhibithor AND algae”, o período de tempo foi os últimos onze anos, devido ao fato de essas palavras-chave resultarem em um maior número de artigos de interesse para a prospecção.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise macro

A procura por artigos científicos com os filtros já citados anteriormente resultou em um grande número de trabalhos. Entretanto, muitos eram irrelevantes para a prospecção. Somente 23% dos estudos encontrados avaliavam a capacidade das algas de inibir a corrosão em metais, como exibido no gráfico abaixo:

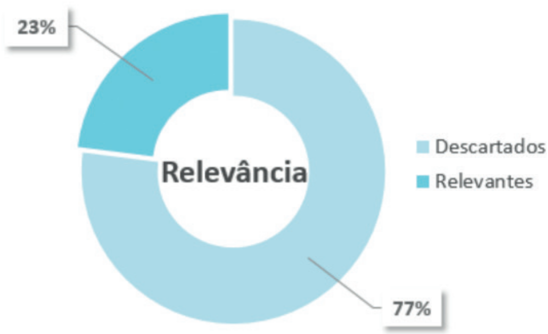


Figura 1: Porcentagem de relevância dos artigos

A análise macro elucidou também que a Índia é o país com o maior número de publicações, o que talvez seja explicado pelo fato de o país asiático possuir um ambiente propício ao crescimento desses organismos fotossintetizantes. Cerca de 50% dos trabalhos encontrados tinham a Índia como local de pesquisa. O artigo de Taiwan foi publicado em parceria com pesquisadores indianos.

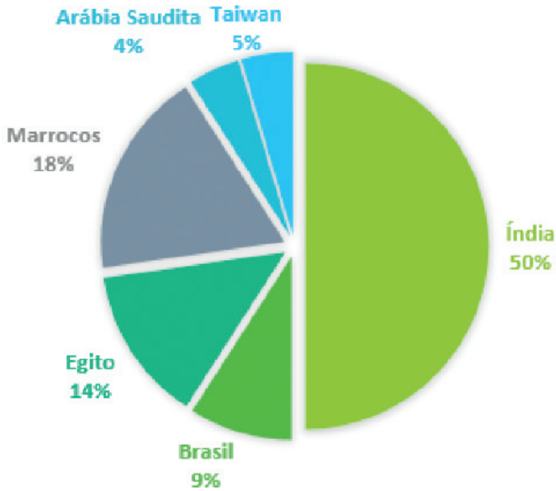


Figura 2: Publicações por país

Além disso, foi observado que não houve um crescimento linear no número de publicações. O ano de 2018 foi o ano em que foram publicados mais artigos, mas 2019 e 2020 apresentaram uma queda no número de estudos nesse campo.

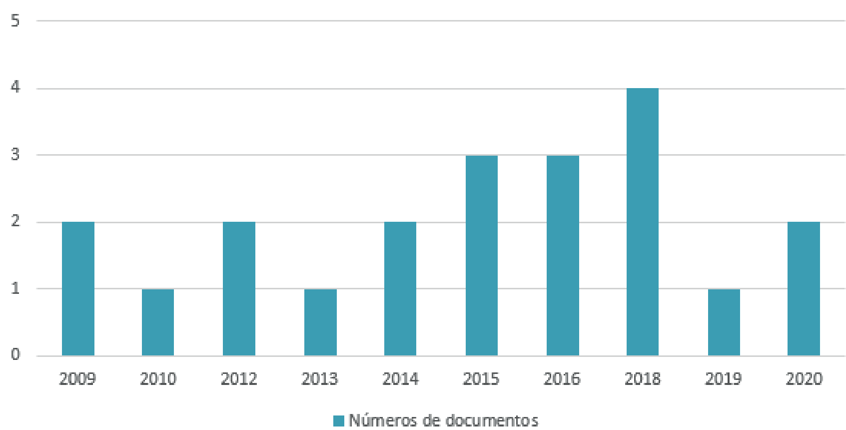


Figura 3: Evolução temporal no número de artigos publicados

3.2 Análise meso

Na taxonomia meso foram averiguadas se as seguintes informações constavam nos artigos: a espécie de alga analisada, a forma de obtenção das mesmas, as condições de cultivo daquelas que eram cultivadas, a composição química das algas, o meio corrosivo, o metal ao qual se queria inibir a corrosão e se foram realizados ensaios gravimétricos, eletroquímicos e de superfície.

Um artigo não especificou a alga utilizada, relatou apenas que se tratava de uma alga marinha.

Os pesquisadores optaram, em sua maioria, por utilizar um extrato alcoólico das algas escolhidas. Os que cultivaram a espécie *Dunaliella salina*, por sua vez, realizaram uma extração do β-caroteno presente na mesma com uma solução de acetona 90 % (em volume) e este foi empregado como inibidor.

Dentre os poucos trabalhos que realizaram o cultivo das microalgas, as principais informações relacionadas com as condições de cada cultivo foram: o tipo de meio de cultura e o seu volume, a temperatura a qual o meio de cultura devia ser mantido, o tempo de exposição à luz e a escuridão e a forma de agitação do meio.

3.3 Análise micro

Dos vinte e um artigos relevantes, treze empregaram macroalgas e sete, microalgas. Este resultado pode ser devido ao fato de que, apesar dos custos com equipamentos e mão de obra para a coleta das macroalgas, esses custos provavelmente são menores do que os custos com todo o processo de cultivo das microalgas. Todavia, as microalgas apresentaram eficiências máximas de inibição superiores a 75%, em seus respectivos ambientes corrosivos, eficiência maior que a obtida com a macroalga *Sargassum swartzii* em meio aquoso contendo 60ppm de íon Cl^- (57,24%), e comparável às eficiências obtidas com as outras macroalgas.

As microalgas estudadas e suas respectivas eficiências máximas são apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 1 - Eficiência máxima de inibição das microalgas

Microalga	Eficiência máxima (%)
Spirulina platensis	75,82% (HCl)
Spirogyra algae	93,03% (HCl)
Sunova spirulina	86,26% (meio salino)
Spirulina maxima	96,4% (HCl)
Dunaliella salina	90% (meio salino)
Chlorococcum sp.	95,81% (HCl)

A principal técnica usada para caracterização dos extratos de algas foi a espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier. Essa técnica sugere os constituintes presentes no inibidor, que podem ser os responsáveis pela adsorção à superfície metálica.

O cultivo das algas pode ser adaptado de forma a criar condições em que a concentração desses constituintes aumente (AMBROSANO, 2015), o que, como efeito, pode aumentar a área de superfície coberta pelo inibidor.

Não houve um número significativo de estudos com uma mesma espécie de alga. O que significa que diferentes algas de diferentes regiões do planeta puderam ser avaliadas. As macroalgas estudadas são mostradas na tabela 2:

Tabela 2 - Macroalgas empregadas nas pesquisas

Macroalgas	
Kappaphycus alvarezii	*Hydroclathrus clathratus*
Caulerpa racemosa	*Caulerpa prolifera*
Prasiola crispa	*Bifurcaria bifurcata*
Sargasam swartzii	*Halopitys incurvus*
Valoniopsis pachynema	*Sargassum wightii*
Cystoseira baccata	*Ulva compressa*
Pterocladiella capillacea	*Turbinaria ornata*

A coleta foi a forma predominante de obtenção das algas, mas também alguns pesquisadores optaram por comprar e cultivar suas biomassas:

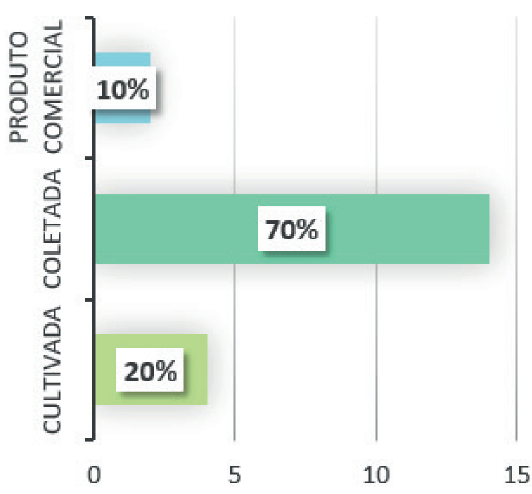


Figura 4: Forma de obtenção das algas

O aço carbono foi o metal mais empregado nos estudos, enquanto o meio 1 mol L^{-1} de HCl foi o principal agente corrosivo utilizado, como pode ser visto nos gráficos que se seguem:

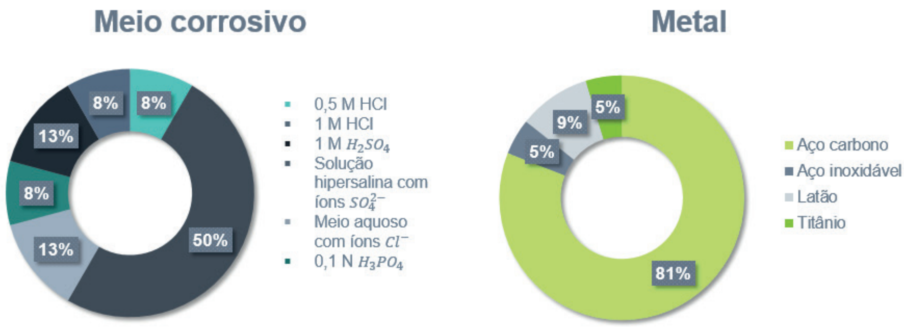


Figura 5: Meios corrosivos e metais empregados nos estudos

Os ensaios de perda de massa só não foram conduzidos em três trabalhos, dois dos quais estudavam a inibição à corrosão no titânio e no aço inoxidável 304 L com a *Dunaliella salina*, e o terceiro analisava a inibição da corrosão em aço carbono com as espécies *Ulva compressa* e *Pterocladiella capillacea*. Os ensaios eletroquímicos realizados foram as curvas de polarização eletroquímica e as medidas de impedância eletroquímica. O número de artigos que descreveram tais ensaios pode ser visto na figura 6:

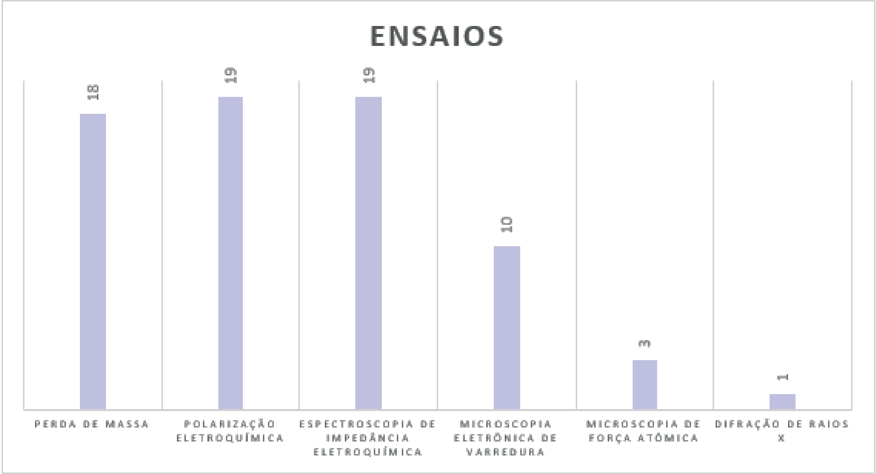


Figura 6: Ensaios realizados

A morfologia das superfícies metálicas após sua imersão no meio corrosivo, com e sem inibidor, foi examinada através da microscopia eletrônica de varredura. Ensaios de microscopia de força atômica e difração de raios X também foram realizados.

Os valores de energia de ativação do processo de corrosão, na ausência e na presença de inibidor, foram calculados por meio da equação de Arrhenius, de acordo com a equação abaixo.

$$\log tc = \frac{-Ea}{2.303RT} + \log A$$

em que tc é a taxa de corrosão, R é a constante dos gases, Ea é a energia de ativação aparente, T é a temperatura absoluta e A, um fator pré-exponencial.

Foi observado, na maioria dos casos, que, na presença dos extratos de algas, a Ea do processo corrosivo aumenta, indicando ser um processo de adsorção de natureza física dos componentes presentes nos extratos algáceos sobre a superfície metálica.

4 I CONCLUSÃO

A prospecção tecnológica pode ter um grande impacto no processo de pesquisa e inovação, visto que por meio dela são investigadas as tecnologias e produtos já desenvolvidos ao redor do mundo e possíveis futuras carências no mercado, assim como se há, de fato, um consumidor final a qual a tecnologia ou produto a ser criado possa ser destinado. Portanto, ela auxilia as empresas a se manterem à frente do mercado competitivo.

A análise dos artigos científicos revelou que a Índia é o país com maior interesse na aplicação de algas como inibidores de corrosão e que o Brasil é o único país no Ocidente a realizar pesquisas sobre o assunto. Um outro artigo de título Biomass of Microalgae *Chlorella sorokiniana* as Green Corrosion Inhibitor for Mild Steel in HCl Solution não apareceu nas buscas da prospecção tecnológica, mas com ele o grupo da Eliane D'Elia se mostra na liderança das pesquisas nessa área no Brasil.

As macroalgas são mais amplamente utilizadas nos estudos do que as microalgas, provavelmente por conta de não se fazer necessário o cultivo das mesmas, o que agiliza o processo e diminui os custos.

Os estudos com as algas mostraram que estas apresentam excelentes eficiências de inibição a temperaturas não muito elevadas e que o aumento da concentração do extrato algal no ambiente corrosivo aumenta essa eficiência.

A prospecção tecnológica acerca do uso de algas como inibidores de corrosão revelou também que as pesquisas na área ainda estão em estágio inicial, em escala de

bancada. As eficiências de inibição superiores a 71% para grande parte das macroalgas e para as microalgas e o pequeno número de pesquisas com esse foco prova que esse ainda é um campo a se desenvolver e que pode gerar bons lucros se reduzidos os custos com a coleta ou o cultivo das algas.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao CNPq pelo apoio financeiro e pela bolsa PIBITI.

REFERÊNCIAS

AMBROSANO, Lucas. **EFEITO DO ESTRESSE NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MICROALGAS E DO EXTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE**. 2015. 108 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras - Mg, 2015. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/10625/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20do%20estresse%20na%20composi%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%ADmica%20de%20microalgas%20e%20do%20extrato%20na%20germina%C3%A7%C3%A3o%20de%20sementes%20de%20alface.pdf. Acesso em: 30 abr. 2021.

BAHRUTH, E. B. *et al.* **Prospecção tecnológica na priorização de atividades de C&T. In**: Gestão em Biotecnologia. Editora E-papers. Rio de Janeiro, 2006. p. 300–324.

BICUDO, Carlos Eduardo de Mattos; MENEZES, Mariângela. **Introdução**: as algas do brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online]. Rio de Janeiro: SciELO Livros, 2010. p. 49-60. Vol.1. ISBN 978-85-8874-242-0. Disponível em: http://books.scielo.org. Acesso em: 09 mar. 2021.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 345 p.

PEREIRA, S. S. *et al.* Inhibitory action of aqueous garlic peel extract on the corrosion of carbon steel in HCl solution. Corrosion Science, 65, 360-366, 2012.

ROCHA, J. C. *et al.* Grape Pomace Extracts as a Green Corrosion Inhibitors for Carbon Steel in Hydrochloric Acid Solutions. International Journal of Electrochemical Science, 7. 11941-11956, 2012.

TEIXEIRA, Luciene Pires. **Prospecção tecnológica**: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013. 34 p. ISSN online 2176-5081. Disponível em: http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2013/doc/doc_317.shtml. Acesso em: 12 mar. 2021.

CAPÍTULO 18

QUÍMICA E REVOLUÇÃO CIENTÍFICA: UMA TENTATIVA DE CONCILIAÇÃO ENTRE INCOMENSURABILIDADE E ACUMULAÇÃO EPISTEMOLÓGICA

Data de aceite: 01/06/2021

Data de submissão: 19/04/2021

Kleber Cecon
Professor Assistente Doutor em Filosofia das Ciências Naturais no Departamento de Filosofia da Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho
http://lattes.cnpq.br/4270559937092886

Rogério Côrte Sassonia
Professor Adjunto de Físico-Química no Centro de Ciências Integradas da Universidade Federal do Tocantins
http://lattes.cnpq.br/9341522545622587

RESUMO: Alguns conceitos científicos são intrinsecamente relacionados a impressões do mundo natural, enquanto outros, apesar dessa relação, são majoritariamente formados por significação, ou seja, possuem menor grau de relação com tais impressões. Esta diferença torna-se mais relevante quando analisadas à luz da acumulação do conhecimento na história da ciência. Este trabalho apresenta uma abordagem de causas naturais que permite a conciliação entre incomensurabilidade (da forma como Thomas Kuhn caracteriza esse conceito) e o processo de acumulação positiva do conhecimento humano como, por exemplo, Comte apresenta esse conceito. De acordo com Kuhn, a acumulação do conhecimento humano entre revoluções científicas seria impossível. Esta conciliação aparentemente pode ocorrer em alguns casos, mas é pouco provável quando os conceitos envolvidos entre ciências normais são gerados majoritariamente via significação, ou seja, mais distantes de uma relação com imposição fenomenológica. Neste último caso, a modificação de significado implicaria numa alteração da própria entidade, o que acarretaria sua destruição epistemológica dentro da perspectiva de uma mudança de paradigma. A história da ciência parece indicar que existe um solo estável para além da perda epistemológica, mesmo entre revoluções científicas. Parece que tal “estabilidade epistemológica” se fundamenta na diferença entre conceitos associados a uma imposição fenomenológica daqueles mais associados a uma relação de ideias distante de tal imposição. Visando expor didaticamente essa diferença e cumprir o objetivo deste trabalho, um exemplo de cadeias causais em um caso específico da química será apresentado.

PALAVRAS - CHAVE: Incomensurabilidade, Positivismo, Acumulação epistemológica.

ABSTRACT: Some scientific concepts are intrincically related to impressions of the natural world, while others, despite this relationship, are mostly formed by meaning, that is, they have a lesser degree of relationship with such impressions. This difference becomes more relevant when analyzed in the light of the accumulation of knowledge in the history of science. This work introduces an approach of natural causes that proposes the conciliation between incommensurability (as Thomas Kuhn characterizes this concept) and the process of positive accumulation of human knowledge as,

for example, Comte presents this concept. According to Kuhn, the accumulation of human knowledge between scientific revolutions would be impossible. This conciliation apparently can occur in some cases, but it is unlikely when the concepts involved between normal sciences are generated mostly by meaning, that is, more distant from a relationship with phenomenological imposition. In the latter case, the change in meaning would imply a change in the entity itself, resulting in its epistemological destruction within the perspective of a paradigm shift. The history of science seems to indicate that there is a stable ground beyond epistemological loss, even between scientific revolutions. It seems that such "epistemological stability" is based on the difference between concepts associated with a phenomenological imposition and those more associated with ideas far from such imposition. In order to expose this difference didactically and fulfill the objective of this work, an example of causal chains in a specific case of chemistry will be presented.
KEYWORDS: Incommensurability, Positivism, Epistemological accumulation.

INTRODUÇÃO

Existem duas abordagens divergentes sobre como encarar o acúmulo do conhecimento científico na história da ciência. Uma delas é assumir que um processo cumulativo constante do conhecimento é impossível entre duas ciências normais distintas; a outra é afirmar que o processo de acumulação de informação é inerente à ciência. Ambas parecem completamente diferentes e mutuamente exclusivas.

A primeira abordagem pode ser exemplificada pelas ideias do filósofo da ciência Thomas Samuel Kuhn (1922-1996). Thomas Kuhn defendia que a ciência se desenvolve através de revoluções, num interessante paralelo com as ciências sociais e estruturas de poder na política, Kuhn afirmava que uma mudança de paradigmas mediante uma revolução na sociedade científica alterava a base científica daquela sociedade, criando uma nova ordem epistemológica. Este processo gera uma nova estrutura, uma nova ciência, diferente da anterior e incomparável com a anterior. Perdas epistemológicas são inevitáveis em tal situação, estabelecendo uma clara ruptura com o passado e não permitindo acumulação de dados científicos, visto que todos os termos e conceitos envolvidos são agora interpretados de acordo com um novo paradigma vigente.

O segundo tipo de abordagem pode ser exemplificado por diversos pensadores que assumiram a possibilidade de acumulação indefinida do conhecimento humano. Talvez o exemplo historicamente mais emblemático, apesar de estar longe de ser uma tendência contemporânea, seja o do filósofo Isidore Marie Auguste François Xavier Comte (1798-1857). Comte foi o fundador de um movimento filosófico e político que teve uma ampla difusão na segunda metade do século XIX chamada de positivismo. Comte assumia que a humanidade havia passado por três diferentes estágios de como lidar com o conhecimento: o místico, o filosófico e o positivo. Dentro do estágio positivista, a humanidade não mais explica o mundo por ações de deuses ou através de entidades metafísicas nebulosas,

mas apenas coleta regularidades da natureza, dando início a um constante e progressivo processo de acumulação de dados científicos, sem quebras, perdas ou rupturas epistemológicas. Esse constante e perene progresso é o que explica o sucesso da ciência e o aumento progressivo do bem-estar da humanidade, Figura 1.

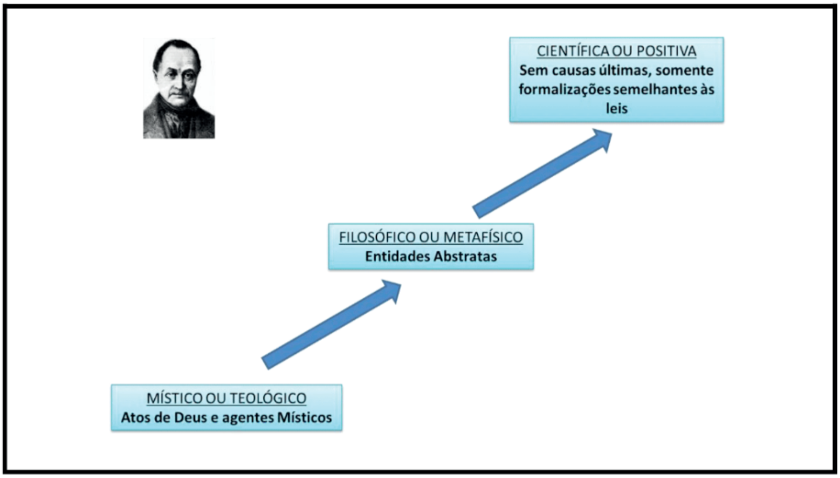


Figura 1: Os três estágios da humanidade em Auguste Comte.

Qual destas posições é a mais razoável? Qual delas aparentemente melhor representa o que realmente acontece na explicação humana do mundo natural? É realmente necessário escolher uma delas? Talvez a dicotomia resida na incompreensão em perceber que ambas as abordagens podem residir em diferentes nichos explicativos do mundo. Neste caso, as abordagens seriam diferentes, mas, não necessariamente excludentes.

POSITIVISMO CLÁSSICO

Um clássico exemplo de filosofia que apoia o acúmulo do conhecimento científico pode ser encontrado nas filosofias positivistas e pragmáticas. Augusto Comte acreditava que o conhecimento humano aumentava, incessantemente, desde o início do período positivo. Informações e dados relevantes têm sido constantemente coletados, articulados e usados para auxiliar o progresso da humanidade. Comte acreditava que a humanidade tinha três claros estágios da forma como lidava com o conhecimento: o místico ou teológico; o filosófico ou metafísico; e o científico ou positivo.

Estes estágios demonstrariam, segundo Comte, uma evolução no entendimento humano e na forma de considerar o conhecimento da natureza. Em seu primeiro estágio, a humanidade explicava todos os fenômenos naturais pela vontade de divindades ou outros agentes místicos. No segundo estágio, divindade ou agentes místicos foram substituídas

por entidades metafísicas abstratas ou abstrusas. Teria sido apenas no terceiro estágio que a humanidade teria parado de procurar por causas últimas e começado a registrar apenas regularidades naturais. Esta peculiar classificação situa a filosofia como uma espécie de intermediário entre um estágio teológico e um estágio positivo. Ou seja, dentro de uma perspectiva histórica, seria como se a filosofia fosse uma ponte entre a religião e a ciência.

Dentro do período positivista de Comte, a acumulação de dados do mundo físico, na forma de estruturas de regularidade, é constante e não existem perdas ou quebras epistemológicas. Tudo que a humanidade conhece hoje é o resultado de uma constante acumulação desde o início do período positivista, o qual é o início da ciência para Comte. Não haveria perdas epistemológicas, nem quebras ou rupturas. Para Comte, a ciência tem uma estrutura progressiva e crescente desde seu início.

Atualmente, o positivismo de Augusto Comte não é uma grande tendência filosófica. O positivismo comteano foi substituído pelo neopositivismo (como o positivismo lógico do Círculo de Viena ou o empiricismo lógico) e posteriormente pelo pós-positivismo (ou pós-empiricismo) de forma que geralmente positivismo hoje não implica, de forma alguma, necessariamente as ideias de Comte[1] (Noe, 2001). Então qual seria o motivo de usá-lo neste trabalho? O exemplo do positivismo comteano é usado aqui como um exemplo de uma abordagem filosófica que classicamente é associada à acumulação constante do conhecimento humano. Ela representa uma estrutura clássica onde não existem quebras ou rupturas epistemológicas, que defende o progresso constante da ciência. Essa ideia será contraposta com outra que defende exatamente o contrário, na qual existem quebras epistemológicas e que o acúmulo entre ciências é impossível.

INCOMENSURABILIDADE

Uma abordagem diferente daquela previamente exposta com relação à acumulação do conhecimento científico pode ser encontrada em pensadores como Thomas Kuhn ou Paul Feyerabend (HOYNINGEN-HUENE *et al.*, 2001), especialmente no que concerne a um conceito muito específico conhecido como "incomensurabilidade". Incomensurabilidade é a propriedade de ausência de uma medida comum. O termo tem suas origens na matemática grega antiga, onde significava a ausência de uma medida comum entre magnitudes, como a inexistência de medida comum entre o cateto e a hipotenusa de um triângulo isósceles.[2]

Em 1962, Thomas Kuhn escreveu sua obra "A estrutura das Revoluções Científicas" (KUHN, 1962). Neste livro ele claramente advoga que a ciência se desenvolve historicamente através de revoluções que são caracterizadas por mudanças de paradigmas. Paradigmas são estruturas universalmente aceitas dentro de uma determinada comunidade de

1 Claramente ainda existem fortes influências do positivismo comteano em alguns lugares, mesmo influências na política. O próprio *motto* da bandeira brasileira (Ordem e Progresso) é um exemplo desta influência positivista.

2 Para aprofundar o conceito de incomensurabilidade, consultar as obras Kline (1972, p. 32-33), Kratz (1993, p. 73-74) e o site: (https://plato.stanford.edu/entries/value-incommensurable/), acesso 19 abril de 2021.

cientistas, e promove problemas e soluções modulares para aquela comunidade por certo período. O que torna possível o progresso nas ciências naturais, para Kuhn, seria o fato de que os integrantes dessas comunidades podem alcançar um solo conceitual seguro e comum a partir do qual poderiam discutir, assim como pensar, repensar e estabelecer o conhecimento humano. Estas estruturas paradigmáticas estariam mais próximas das ciências exatas, e não muito das ciências humanas, visto que estas parecem incapazes de estabelecer esse núcleo comum e universal. Uma revolução científica é uma alteração deste núcleo comum por outro completamente novo e diferente.

Esta mudança radical de ponto de vista baseada na alteração de paradigma muda os conceitos envolvidos e associados a ela. Existe progresso e acumulação apenas dentro de uma mesma ciência normal (da ciência com os mesmos paradigmas). Quando comparada uma ciência normal com outra, qualquer progresso é impossível, visto que essas ciências são incomensuráveis entre si. Elas não possuem núcleo comum, Figura 2.

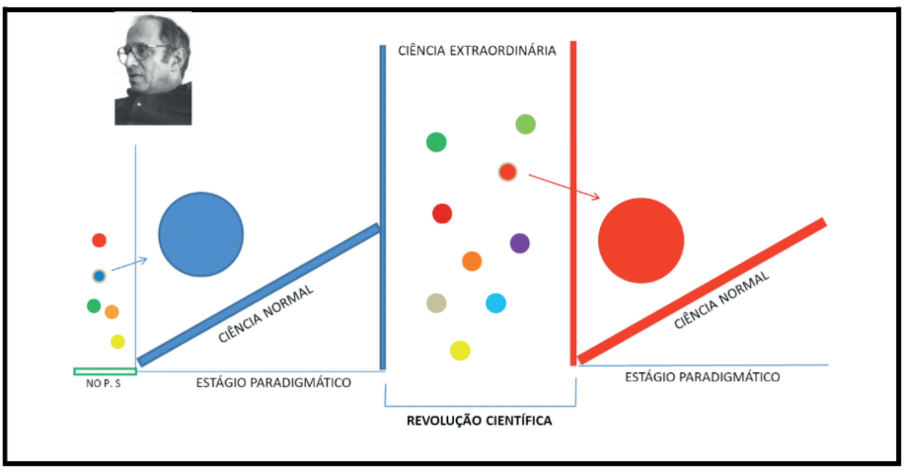


Figura 2: Esquema da revolução científica em Thomas Kuhn. A Revolução Científica como a mudança de paradigma entre duas ciências normais.

A acumulação e o progresso científico proposto pelos positivistas, como previamente descrito, pode realmente ser alcançado, mas apenas dentro da mesma ciência normal. A acumulação seria impossível entre duas ciências normais diferentes, de acordo com as ideias de Thomas Kuhn, em parte devido aos diferentes sentidos dos conceitos e teorias associados a elas. É como se fosse um novo mundo, agora independentemente justificado. É só imaginar o quão estranho seria tentar explicar a física aristotélica usando conceitos da física einsteiniana. Isso simplesmente não é possível já que todas as palavras relevantes associadas com esses dois sistemas adquirem nova significação. Isso leva a situações em que até mesmo refutação ou confirmação de um sistema a partir do outro é completamente

impossível, e qualquer tentativa de fazê-lo estaria sendo necessariamente ingênua e condenada ao fracasso. O contínuo e absoluto progresso na história da ciência seria um mito.

PROPOSTA

O que é proposto neste trabalho é simplesmente apresentar um estudo de caso de hierarquia causal para mostrar que a acumulação científica é possível, mesmo entre duas diferentes ciências normais kuhnianas, quando o conceito envolvido é suficientemente associado a uma imposição fenomenológica comum. Esse não é o caso para um conceito cuja formação é majoritariamente via uma significação distante de tal imposição. Para isso, um exemplo da química será usado para ilustrar essa proposta.

A ESCALA DE CAUSAS: O EXEMPLO DA CORROSÃO

Nós geralmente imaginamos diversos fenômenos na natureza como possuindo uma única causa. Este não é sempre o caso uma vez que são possíveis múltiplas causas para um determinado fenômeno. Outro erro muito comum é assumir um único fenômeno e atribuir a ele uma única causa, algumas vezes a mais próxima dela. Neste trabalho será investigada uma sequência de causas na ciência, e será mostrado como essas causas podem divergir com relação à sua estabilidade epistemológica. Talvez esta abordagem possa ser a chave para entender como a acumulação científica possa ser possível sob um aspecto e ao mesmo tempo impossível em outro. Imagine um único exemplo, um exemplo da química, onde alguém possa partir de um fenômeno macroscópico, e a partir dele tecer explicações até seus princípios mais fundamentais, inacessíveis e abstratos. Seguindo esta sequência de causas, pode-se analisar a natureza das entidades conceituais envolvidas no fenômeno.

Aqui, segue-se o exemplo proposto. Imagine um homem que constata que seu carro é corroído mais rapidamente pelo ambiente próximo ao mar comparado a um local no interior do continente. Movido por sua curiosidade natural, ele se pergunta "*por que meu carro é corroído mais rapidamente quando ele est*á *em locais próximos ao mar?*". Devido sua curiosidade, ele começa questionar amigos se o mesmo fenômeno ocorre também com os carros deles e, então, ele constata que isto não é uma particularidade. Indutivamente, ele imagina que talvez isto aconteça com todos os carros. Então, ele busca explicações, uma causa, e descobre (talvez na internet ou conversando com amigos) uma resposta para sua primeira pergunta. Ele descobre que a causa é que "*"todos os carros são corroídos mais rapidamente na praia*". Então, ele poderia se perguntar, indo um pouco mais a fundo na sequência das causas, "*por que todos os carros são corroídos mais rapidamente em locais próximos ao mar?*". Tentando responder isso, e talvez prestando mais atenção em outros

objetos, não somente carros, ele constata que todos os objetos feitos de ferro são corroídos mais rapidamente quando expostos em ambientes próximos ao mar (água salgada). Então, ele estaria apto a responder sua segunda pergunta e a causa seria que "*todas as coisas feitas de ferro, e de outros metais, são corroídas mais rapidamente porque estão em local próximo do mar*". Enquanto aumenta seu universo de amostras, suas afirmações tornam-se mais e mais universais, e ele se aprofunda mais na escala das causas. Talvez ele pudesse se perguntar "*por que todas as coisas feitas de ferro, e outro metais também, são corroídos mais rapidamente na praia?*". Para responder esta pergunta, ele poderia perguntar para um amigo próximo (algum amigo químico). Seu amigo revelaria a ele que isto acontece porque "*o mar libera sal na atmosfera, na forma de um aerossol composto pela água salina do mar, que entra em contato com carros e outros objetos metálicos na praia; e o sal marinho acelera a corrosão do ferro e outros metais*". Esta explicação poderia satisfazer nosso amigo curioso, mas, depois de nadar um pouco, e tomar um pouco de cerveja, ele poderia perguntar a seu amigo alguma coisa a mais, indo mais profundamente na escala das causas dizendo "*por que o sal marinho acelera a corrosão de alguns metais?*". Seu amigo químico responde (talvez agora com menos paciência do que antes) que isso acontece porque "*a água pura é pouco condutora de eletricidade, mas, quando o sal vindo do mar está presente, ela se torna uma boa condutora e acelera a reação do ferro (e outros metais) com o oxigênio*". Ele inclusive descobre que a velocidade da corrosão aumenta inicialmente com a quantidade de sal presente na água, atinge um valor máximo, e, então, diminui (Porte, 1967). Agora nosso amigo curioso descobre que corrosão é, de fato, nada mais do que ferro oxidado. O processo de corrosão do ferro também acontece em lugares distantes do litoral, mas, ele ocorre de modo muito mais rápido no litoral devido à presença do sal vindo da água do mar.

A sequência das causas pode ir inclusive mais a fundo. Em uma conversa com seu amigo químico, o curioso pensador poderia também se perguntar "*por que o sal acelera a reação do ferro com o oxigênio*?". Seu amigo explicaria que "*a corrosão, a reação do ferro com o oxigênio, é um processo de natureza eletroquímica. As reações químicas do processo de corrosão do ferro envolvem a transferência de cargas através de um meio condutor e essas reações se tornam mais rápidas se o meio for um bom condutor de eletricidade. Depois que o ferro perde elétrons, ele forma um íon carregado positivamente combinado com o oxigênio que nós chamamos ferrugem*".

Obviamente, a próxima pergunta nessa sequência de causas seria "*por que o sal acelera o processo de transferência de elétrons?*" Provavelmente, dessa vez seu amigo poderia dar uma resposta mais abrangente como "*a transferência de elétrons em solução depende do efeito da polarização do solvente e processos de relaxação podem inclusive controlar a transferência de elétrons*" (BARBARA, 1996). A descrição teórica da cinética das reações de transferência de elétrons começou com o trabalho de Rudolph Marcus (MARCUS, 1993). A teoria de Marcus foi formulada para abordar as reações de transferência

de elétrons do tipo “esfera externa”. O princípio de Frank-Condon governa a ordem na qual a transferência de elétrons e a reorganização do solvente ocorrem. A transferência de elétrons é rápida e ocorre praticamente em uma posição fixa do solvente (SCHMICKLER *et al*., 2007). Ele explica também que a teoria de Marcus é parte da eletroquímica quântica, um campo que inclui as noções surgidas da eletrodinâmica, mecânica quântica e eletroquímica. A eletroquímica quântica é a aplicação das ferramentas da mecânica quântica no estudo de processos tais como a transferência de elétrons. As aplicações da teoria quântica na eletroquímica começaram já em 1931. Para completar a resposta da questão “*por que o sal acelera o processo de transferência de elétrons?*”, o amigo químico do nosso investigador adicionaria que “*essa transferência de elétrons específica é mais espontânea nesta condição*”. Este fato adicional nos leva à próxima pergunta; “*por que a transferência de elétrons é mais espontânea nas concentrações de sal da água do mar?*”. A resposta seria “*porque isso é modelado pela mecânica quântica uma vez que a velocidade da transferência de elétrons é proporcional à densidade de estados ocupados no metal multiplicada pela densidade de estados vazios na solução*” (SCHMICKLER *et al*., 2007). A questão final do nosso investigador curioso poderia provavelmente ser “*até onde vai esta explicação?”* e *“quais são as bases fundamentais que estabelecem isso?*”. Finalmente, seu amigo paciente termina a conversa dizendo que “*isto tem sido justificado pela Física o que inclui efeitos relativísticos em alguns aspectos*” (JANSEN, 2005).

É importante notar que não é incomum encontrar modelos diferentes, às vezes epistemologicamente incompatíveis, usados na explicação de partes de um mesmo sistema. Isto ocorre com certa frequência em artigos que discutem fenômenos relacionados a transferência de elétrons em sistemas eletroquímicos. Por exemplo, no trabalho de Ousslim que inclui o estudo de aspectos termodinâmicos, quânticos e eletroquímicos da corrosão do ferro por derivados da pipezarina (OUSSLIM *et al*., 2013) e no trabalho de Siders, um estudo dos efeitos quânticos em reações de transferência de elétrons, pode ser observado o uso dos modelos clássico, semiclássico e quântico (SIDERS, 1980).

Finalmente, a conversa termina por razões óbvias. Os dois amigos se despedem e, finalmente, nosso investigador curioso está feliz, com a impressão clara de que todas as questões sobre seu carro enferrujado estão resolvidas, mesmo que ele não esteja completamente certo sobre todos os termos envolvidos na explicação apresentada por seu amigo químico. E além disso, ele tem uma sensação feliz de que toda essa sequência de explicações causais tem uma unidade intrínseca. O que será apontado neste trabalho é que isso pode não ser o caso.

DIVISÃO EPISTEMOLÓGICA

Nós acreditamos que há uma diferença possível nos dois estágios na escala de causas apresentada no exemplo anterior. Se ocorresse uma mudança de paradigmas na

física, como descrito por Kuhn, mesmo a mais radical e inovadora, que substitua propostas estabelecidas como relatividade e mecânica quântica, não haveria qualquer mudança nos níveis superiores da explicação. Por esta razão, nós acreditamos que a acumulação científica é muito mais factível nas causas subordinadas e secundárias mais próximas. A esta propriedade de resiliência que um determinado conceito pode vir a ter numa eventual revolução científica chamamos aqui de “estabilidade epistemológica”.

O que chamamos aqui de fenômenos naturais poderia ser definido, talvez, como impressões empíricas dispostas numa regularidade tal que engendrem uma sensação de constância e, consequentemente, de identidade. Essa impressão que nos é imposta de forma regular acaba cristalizando em nós a noção de um referente. Esse é o caso de diversos materiais que temos contato, independente dos nomes ou justificativas que demos a elas; uma barra de ferro, o ar respirável, um sal, um gás qualquer ou água. Portanto, materiais em geral, assim como seus comportamentos, se enquadram nessa categoria de fenômenos naturais.

Considere a explicação de que o sal marinho presente no ar (do aerossol da água do mar) acelera a reação do ferro (e outros metais) com o oxigênio presente na atmosfera. Note que neste nível de explicação os itens apresentados (sal marinho, aerossol, ar, oxigênio, ferro) são entidades que se enquadram no caso do parágrafo anterior. O fenômeno das citadas entidades se impõe sobre nós de forma que desenvolvem noções empíricas muito estáveis. O oxigênio, em particular, merece maior atenção. Mesmo podendo ser imaginado de diversas formas, ele é um material que pode ser isolado e sua impressão fenomenológica se impõe a nós. Independentemente se existem átomos ou se ele é ou não um elemento, o conceito gerado por mim é diretamente relacionado ao fenômeno que me é imposto por essa entidade. O mesmo vale para entidades como “cloreto de sódio”, cujo nome obvivamente carrega uma hercúlea quantidade de pressupostos, mas que, em última instância, a forma como ele se impõe sobre um químico não difere da forma como ele se impõe fenomenicamente a um cozinheiro e, tampouco, o fenômeno de seus comportamentos muda. Esses ainda são casos de imposição. A Figura 3 mostra as causas subordinadas e secundárias no exemplo da corrosão, mais diretamente relacionadas às imposições fenomenológicas diretas.

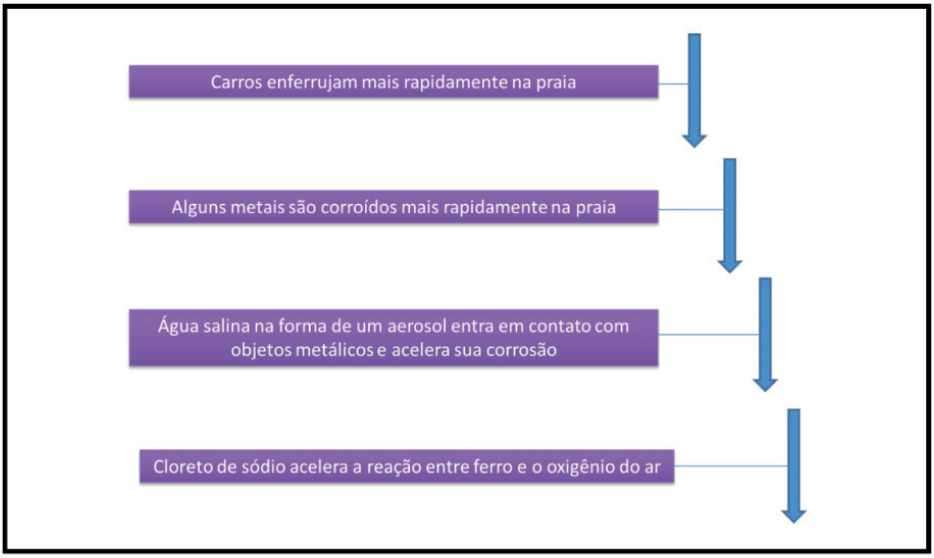


Figura 3: Causas subordinadas e secundárias – mais diretamente relacionadas às imposições fenomenológicas diretas.

Há uma enorme diferença quando consideramos uma sequência de causas cujos conceitos se afastam cada vez mais de uma relação direta de uma imposição. É claro que sempre existe alguma relação, porém, ela se torna mais sutil quanto mais descemos na hierarquia das causas. Explicações envolvendo entidades como "transferência de elétrons", "transferência de elétrons de esfera externa", "mecânica quântica" e "relatividade", ficam cada vez mais fora do alcance de impressões fenomenológicas diretas. Os conceitos apresentados nessas explicações são entidades com uma tênue relação com uma imposição direta. São conceitos criados de uma forma ativa para justificar a cadeia superior de causas. Eles estão muito mais conectados por seu significado e significação do que por imposições fenomenológicas diretas. Como são conceitos muito mais fixados na significação, e sua relação com imposições é muito mais tênue, uma mudança na significação de paradigmas como a relatividade ou a mecânica quântica necessariamente afetaria também sua significação. Todos eles estão muito mais suscetívies de alterações essenciais mediante uma eventual revolução científica, e então neste caso a acumulação científica seria impossível. A Figura 4 mostra as causas mais profundas diretamente relacionadas à significação no exemplo da corrosão.

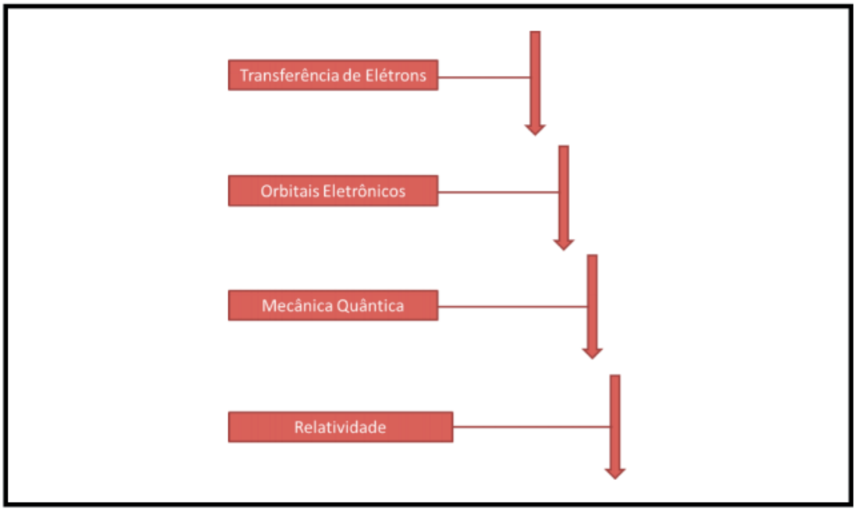


Figura 4: Causas mais profundas e fundamentais – mais diretamente relacionadas à significação no exemplo da corrosão.

Dado isto, existem duas situações muito diferentes no esquema e escala de causas. Uma delas é baseada mais na indução e abdução, e é composta majoritarimanete por conceitos que são oriundos de imposições fenomenicas diretas. A outra é mais baseada em abdução e possível dedução, e é composta por conceitos criados de forma ativa pela imaginação humana, que possuem uma relação muito mais distante das imposições possuindo, porém, forte relação essencial muito mais com sua significação e relação de significados. Uma vez que a essência de tais conceitos é majoritariemanete baseada em significação, com pouca base em uma direta imposição fenomenológica, qualquer mudança de significado a eles relacionados implica em uma mudança das próprias entidades, que seriam perdidas em uma mudança paradigmática. A Figura 5 mostra as duas classes diferentes de entidades na cadeia explicativa.

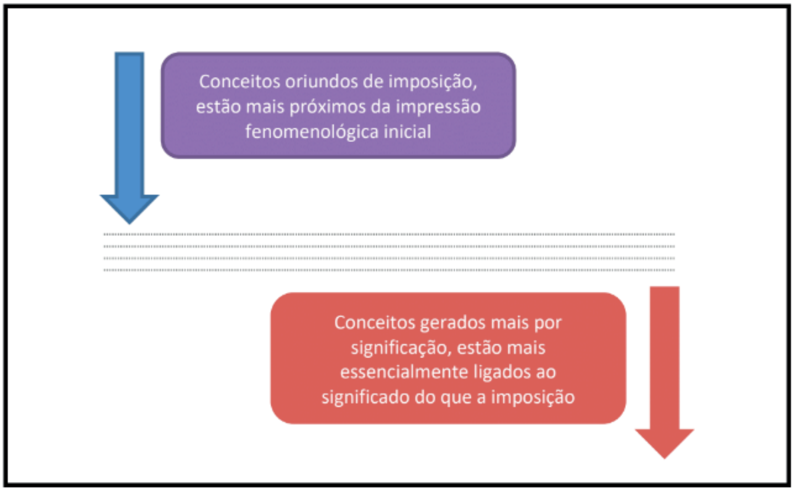


Figura 5: Duas classes diferentes de entidades conceituais na cadeia explicativa.

É importante salientar que essa não é uma clivagem absoluta. Não queremos dizer que todos os itens acima de uma determinada etapa da escala de causas é puramente oriundo de impressões fenomênicas e que todos os itens abaixo seriam todos oriundos de pura significação. Isso seria uma forma inadequada de avaliar essa exposição. Isso parece até mesmo se configurar mais como uma questão de grau, do que de espécie. Toda impressão pode gerar um conceito, e ele já está imbuído de significação. O ponto em que chamamos a atenção aqui é que causas intermediárias e subordinadas possuem uma relação mais estreita com impressões primárias, e em um número muito menor de etapas do que causas últimas, possuindo assim estas um maior grau de liberdade de conceptualização do que aquelas. Tal situação acaba conferindo às causas intermediárias e subordinadas uma maior estabilidade.

POSSIBILIDADES DA ACUMULAÇÃO CIENTÍFICA

Um dos pontos deste texto é mostrar que a acumulação científica é teoricamente possível, mesmo assumindo a filosofia da ciência e as revoluções científicas de Thomas Kuhn. A mudança completa de conceitos somente ocorre, necessariamente, quando a existência do conceito é majoritariamente baseada em significação e sentido, já relativamente distantes em etapas das impressões fenomênicas inciais que lhes deram origem. No caso de uma mudança radical de paradigma, as causas mais fundamentais e básicas certamente irão mudar, mas as causas mais próximas e imediatas, baseadas em conceitos oriundos de imposições fenomenicas diretas, poderiam teoricamente permanecer. Alan Chalmers considera que o foco nas causas secundárias (mais próximas) e primárias é a chave para

entender a Revolução Científica do século XVII, um princípio básico para compreender a diferença entre ciência e filosofia natural e, assim, identificar a origem histórica da Ciência (CHALMERS, 2012). Causas secundárias e mais próximas eram muito mais adequadas para desenvolver um programa experimental, em vez de causas finais (CHALMERS, 1993). Estruturas científicas são claramente diferentes hoje em dia, as causas mais profundas são consideradas, assumidas e até mesmo formadas em paradigmas, mas elas têm uma desvantagem, uma vez que são entidades muito mais dependentes de significação do que causas secundárias e intermediárias.

As imposições fenomenicas são impostas e não podemos escolhê-las livremente à nosso bel prazer, mas temos um grau de liberdade de criação pela mente muito maior no caso de qualquer conceito mais baseado em significação. Provavelmente é exatamente por esse motivo que as causas secundárias são muito mais estáveis em um processo de Revolução Científica. Acreditamos também que é por isso que algumas causas são muito diferentes de outras no esquema de causas apresentado. Talvez a acumulação científica seja possível, pelo menos em teoria, se o conceito em questão estiver suficientemente relacionado a uma imposição fenomenológica direta. Isso obviamente enfraquece o conceito de incomensurabilidade (KUHN, 1982), porém, até mesmo Thomas Kuhn, no final de sua vida, flexibilizou um pouco esse seu conceito, aceitando, por exemplo, os argumentos de Philip Kitcher (KITCHER, 1978) sobre a possibilidade do uso de uma referência para estabelecer uma conexão através de diferentes paradigmas. Para Kuhn isto somente é possível quando os termos e expressões envolvidos se relacionam verdadeiramente a uma referência no mundo. Caso contrário, os paradigmas permanecem incomensuráveis.

No caso deste texto, não estamos associando a estabilidade epistemológica de um conceito por sua identificação ou não com um referente no mundo (salvo se você considerar como referente uma impressão fenomênica que nos é imposta de forma regular e que acaba cristalizando em nossa mente uma determinada identidade), mas apenas afirmando que conceitos mais estritamente relacionados (e por um menor número de etapas) com um imposição fenomenológica direta podem ser mais estáveis dentro de uma Revolução Científica (nos termos kuhnianos) do que conceitos que estão mais longe desta imposição e são mais fortemente baseadas em significações. Imagine uma mudança completa de paradigmas na Física daqui a 500 anos. Nesse cenário, talvez nem mesmo elétrons possam existir devido à incomensurabilidade, uma vez que elétrons são entidades conceituais mais fortemente dependentes de significado, mas é certo que o aerossol de sal marinho continuará a acelerar a produção de ferrugem (considerando, obviamente, a contínua regularidade do comportamento natural). O fenômeno do material chamado hoje de oxigênio continuará impondo suas propriedades ao nosso “eu”, e mesmo que não existam mais as entidades conceituais de elétrons, esse conceito (oxigênio) tenderá a ser mais resiliente, pois sua estreira relação com a imposição correspondente lhe confere uma estabilidade adicional. Essa estabilidade permite que este conceito seja suscetível, de

forma possível mas não necessária, à acumulação do conhecimento até mesmo em um eventual cenário de Revolução Científica.

REALIDADE E CORRESPONDÊNCIA: OS TERMOS IMPOSIÇÃO E SIGNIFICAÇÃO

Algumas pessoas podem associar o termo "imposição" usado neste trabalho com o termo "referência" como utilizado na descrição de Friedrich Ludwig Gottlob Frege (1848-1925) em sua obra clássica "Sobre sentido e referência" (Frege 1982). Essa associação é incorreta. A "referência" em termos fregeanos refere-se a algo que está fora da estrutura cognitiva humana, mas que de alguma forma pode ser capturado por ela. Difere de significado e "sentido", que são atribuições humanas às referências localizadas no "Mundo". Conexões através de diferentes culturas e línguas (como no caso da tradução) são possíveis devido à existência de referências[3]. Nos casos em que há apenas significado e sentido, a tradução pode ser impossível. Os termos "sentido" e "referência" são conhecidos termos fregeanos, mas não correspondem aos termos "imposição" e "significação" utilizados neste trabalho.

Os termos fregueanos assumem fortes pressupostos metafísicos[4]. É importante notar que, no caso proposto para este trabalho, não são necessariamente esses os conceitos envolvidos[5]. Conceitos oriundos de imposição são conceitos mais diretamente ligados à impressões impostas por fenômenos. Isso não tem necessariamente relação com realismo, por exemplo, e talvez tenha até mais relação com fenomenologia. Essa associação com o realismo não é incomum, visto que diversos autores autores que tratam desse assunto defendem a continuidade do referente à rebelia da mudanças teoréticas se utilizando de teorias de referência, como é o caso de Psillos (1999) e Niiniluoto (1999)[6].

A imposição é uma forma de gerar conceitos, conceitos estes que são relacionados ao fenômeno, mas são ontologicamente independentes dele. Além disso, gostaríamos de salientar que ambos os tipos de causa, a intermediária ou imediata (onde predominam conceitos mais ligados a imposição) e as causas últimas e mais básicas (onde predominam conceitos mais ligados a significação), são igualmente suscetíveis de serem ou não "reais". Realidade não é um conceito que está sendo considerado aqui. Causas de ambos os tipos podem ser ou não reais ou verdadeiros. Assumindo a teoria da verdade por correspondência, nós poderíamos afirmar que ambos os conceitos, com ou sem imposição, podem corresponder a um suposto mundo exterior. Como já apresentado, poderíamos até

---

3 Para ver uma análise do possível caso de uma tradução química utilizando o conceito de referência, consultar Cecon, K. (2011); Cecon, K. (2012).

4 Para saber mais sobre diferentes versões da teoria da referência de Frege, consultar Russel, B. 1905; Searle, J. 1958; Strawson, P. 1959).

5 Ainda assim, não seria indefensável um ataque à incomensurabilidade. Para saber mais sobre a defesa da continuidade da referência apesar da mudança de sentido adotando os conceitos fregeanos, consultar Scheffler (1967).

6 Psillos e Niiniluoto propõem teorias da referência visando dar conta de mudanças teoréticas considerando aspectos fregeanos e também de teorias causais da referência. Para saber mais sobre teorias causais, consultar Kripke, S. (1980) e Putnam, H. (1975).

supor algo como um referente, caso isso se refira a uma impressão fenomênica que nos é imposta de forma regular e que acaba cristalizando em nossa mente uma determinada identidade.

No caso específico dos termos “sentido” e “significação”, eles possuem mais similaridades entre si, mas não são iguais. Significação, porém, não é contraposto a referentes. Significação é uma forma de gerar conceitos baseados muito mais no significado e sentido dos mesmos (e sua interelação com outros significados) do que em sua relação com uma imposição de um fenômeno. Existe tal relação, porém, ela é muito distante. A diferença entre eles, no fundo, é quantitativa e não qualitativa. Nenhum deles está “no mundo”. O processo de significação me fornece conceitos de forma muito mais livre, no sentido que tenho menos graus de liberdade na geração de um conceito fortemente associado a uma imposição. Devido a maior liberdade de escolha de teorias ou hipóteses assumidas para um dado fenômeno da natureza, existe um grau de liberdade muito maior para geração de conceitos gerados por significação.

Também é importante ressaltar que algumas pessoas podem assumir que a diferença entre causas subordinadas e secundárias e causas últimas apresentada neste trabalho está, implicitamente, adotando a tradicional distinção entre entidades observáveis e entidades teóricas, assim como entre linguagem observacional e linguagem teorética. Esta suposição é equivocada. Toda estrutura teórica, em certo sentido, determina o observacional. A diferença apontada neste artigo não é essa, mas sim o aumento do grau do distanciamento entre as impressões fenomênicas e os conceitos a elas relacionados conforme descemos a escala de causas. Nas causas últimas, os conceitos se formam majoritariamente por significação, o que aumenta os graus de liberdade de sua criação pela mente, e diminui sua possibilidade de estabilidade mediante uma eventual revolução científica. Isso não tem relação com algo ser “teorético” ou “observável”. Não é sob essa ótica que existe a diferença de estabilidade epistemológica nas causas apresentadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho é argumentar que a acumulação científica é possível mesmo considerando as Revoluções Científicas propostas por Thomas Kuhn. Entre as ciências normais pode-se encontrar exemplos em que a acumulação é, pelo menos, possível. Para demonstrar isso, apresentamos um exemplo pedagógico de uma escala de causas do processo de corrosão. Até um determinado ponto da escala de causas, principalmente com as causas secundárias e intermediárias, os conceitos envolvidos possuem estreita relação com as impressões fenomenológicas que os geram.

Conforme as causas se tornam mais e mais primárias, os conceitos envolvidos começam a se distanciar dessas impressões, e são geradas mais por relação com o significado de outros conceitos, distanciando-se assim das imposições inicias. A esse

processo chamamos de significação. Os conceitos oriundos de significação possuem pouca “estabilidade epistemológica”, pois no caso de uma eventual revolução científica, a mudança conceitual envolvida necessariamente mudaria as entidades conceituais fortemente estruturadas no significado, gerando uma clara ruptura. Esse não é o caso dos conceitos mais intimamente ligados a uma imposição, pois devido a esta ligação, esses conceitos serão mais estáveis. Isso não quer dizer que eles sejam imutáveis. Eles não estão imunes a um processo de ruptura, mas essa estabilidade adicional, resultante de sua proximidade com a impressão fenomenológica que os gerou, permite que lhes seja possível subjazer ao processo, possibilitando assim acumulação epistemológica do conhecimento.

Pelos motivos apresentados, o conceito de ferro poderia ser o mesmo, ainda que os conceitos de relatividade, quântica e até elétrons não fizessem mais parte de nossa ciência normal. Isso implica que, talvez, mesmo mediante futuras revoluções científicas khunianas, poderíamos em teoria permanecer com a tabela periódica, se não formalmente, pelo menos essencialmente.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à FAPESP (*Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*) pelo financiamento e suporte, assim como ao auxílio de Mary Ann Witalec Keyes, Felipe Ferrari e Eliana Marciela Marquetis.

REFERÊNCIAS

BARBARA, P. F., MEYER, T. J., RATNER, M. A. **Contemporary issues in electron transfer research**. J. Phys. Chem. 1996, 100, 13148–13168.

CECON, K. **Chemical Translation: the case of Robert Boyle’s experiments on sensible qualities**. Ann. Sci. 2011, 68, 179-198.

CECON, K. **A tradução química de experimentos alquímicos envolvendo água régia em Robert Boyle**. Sci. Stud. 2012, 10, 711-732.

CHALMERS, A. **The lack of excellency of Boyle’s mechanical philosophy.** Stud. Hist. Philos. Sci. A 1993; 24, 4, 541-564.

CHALMERS, A. **Intermediate causes and explanations: The key to understanding the scientific revolution**. Stud. Hist. Philos. Sci. A 2012; 4**3**, 551-562.

COMTE, A. **Course on Positive Philosophy (1830-1842)**. In: Martineau, H. (ed.) The Positive Philosophy. John Chapman, London, 1853.

FREGE, F.L.G. **On Sense and Reference**. In: Geach, P., Black, M. (eds.) Translations from the Philosophical Writings of Gottlob Frege. 3. ed. Blackwell, Oxford, 1980.

HOYNINGEN-HUENE, P., SANKEY, H. (ed.). **Incommensurability and Related Matters**. Springer, Amsterdam, 2001.

HSIEH, N. **Incommensurable Values**. In: Zalta, E.N. (ed.) Stanford Encyclopedia of Philosophy. Stanford University, Stanford. https://plato.stanford.edu/entries/value-incommensurable/ (2016). Acesso em: 30 junho 2017.

JANSEN, M. **Effects of relativistic motion of electrons on the chemistry of gold and platinum**. Solid State Sci. 2005, 12, 1464-1474.

KATZ, V.J. **A History of Mathematics: an introduction**. HarperCollins College Publishers, New York, 1993.

KITCHER, P. **Theories, theorists and theoretical change**. Philos. Rev. 1978, **87** (4), 519-547.

KLINE, M. **Mathematical Thought from Ancient to Modern Times**. Oxford University Press, Oxford, 1972.

KRIPKE, SAUL **Naming and Necessity**, Oxford: Basil Blackwell, 1980, 172 p.

KUHN, T. **The Structure of Scientific Revolution**. University of Chicago Press, Chicago, 1962.

KUHN, T. **Commensurability, comparability, communicability**. In: PSA: Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, pp. 669-688. Chicago University Press, Chicago, 1982.

MARCUS, R.A. **Electron transfer reactions in chemistry. Theory and experiment**. Rev. Mod. Phys. 1993, 65, 599-610.

NIINILUOTO, I. **Critical Scientific Realism**. Oxford: Oxford University Press, 1999.

NOE, K. **The rise and fall of "positivism": From a viewpoint of the philosophy of science**. Sociol. Theory Methods 2001, 16, 3-17.

OUSSLIM, A., CHETOUANI, B., HAMMOUTI, K., BEKKOUCH, S. S., AL-DEYAB, A., ELIDRISSI, A. **Thermodynamics, quantum and electrochemical studies of corrosion of iron by piperazine compounds in sulphuric acid**. Int. J. Electrochem. Sci. 2013, 8, 5980-6004.

PORTE, H. A. **The effect of environment on the corrosion of metals in sea water – a literature survey**. Technical Note N-907, 1967. https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/820155.pdf Acesso em: 16 abril 2021.

PSILLOS, S. **Scientific Realism: How Science Tracks Truth**. New York: Routledge,1999.

PUTNAM, H. **Mind, Language and Reality**. Philosophical Papers II, Cambridge: Cambridge University Press, 1975.

RUSSEL, B. **On denoting**. Mind 1905, 14, 479-493.

SCHEFFLER, I. **Science and Subjectivity**. Indianapolis: Hacket, 1967.

SCHMICKLER, W., FRANK, S.: **Quantum theory of electrochemical electron-transfer reactions. In: Encyclopedia of Electrochemistry**. John Wiley & Sons, New York, 2007.

SEARLE, J. R. **Proper Names**. Mind 1958, 67, 166-173.

SIDERS, P., MARCUS, R.A. **Quantum effects in electron-transfer reactions**. JACS 1981, 103, 741-747.

STRAWSON, P. **Individuals: An Essay in Descriptive Metaphysics**. London: Methuen, 1959.

SOBRE A ORGANIZADORA

ELEONORA CELLI CARIOCA ARENARE - Licenciada, Bacharela em Química, pela UFAM, Especialista em Informática na Educação pelo IFAM, Mestra em Ensino de Ciências, pela UEA. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática/ REAMEC pela UFMT, pertencente ao polo da UEA, realiza pesquisas com ênfase no Ensino de Química com foco nas seguintes temáticas:: Química Ambiental (Temáticas Ambientais, Sustentabilidade, Química Verde), Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs); Tecnologias Assistivas, Educação Inclusiva para alunos com Deficiências, com ênfase nas Práticas Inclusivas aplicadas em sala de aula ou em qualquer outro espaço educativo, à alunos com Deficiência Visual (Alunos Cegos ou com Baixa Visão). Investiga as bases teóricas e metodológicas registradas na produção acadêmica brasileira, na busca das argumentações, contribuições e a trajetória das evidências cientificas que possibilitam a INCLUSÃO de alunos com tais deficiências no Universo Cientifico que fundamenta a disciplina Química. Atualmente é professora na Universidade Federal Fluminense (UFF), onde ministra aulas e desenvolve pesquisas relacionadas ao Ensino de Química.

ÍNDICE REMISSIVO

F

G

I

J

L

M

O

P

Q

R

S

V



Atena
Editora
Ano 2021

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA



Atena Editora

Ano 2021

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA